DESENHO TÉCNICO

BÁSICO

Maria Teresa Miceli
Patricia Ferreira

EDITORA
AO LIVRO TÉCNICO

2ª EDIÇÃO
REVISADA

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO

O desenho como linguagem é uma ferramenta importante para a comunicação de informações, de forma imediata ou detalhada. A todo momento apresentam-se na prática exemplos de sua utilização, como placas de sinalização, diagramas de funcionamento de aparelhos eletrodomésticos ou *design* de móveis; aspectos tão arraigados do nosso cotidiano que muitas vezes passam desapercebidos.

O cultivo da capacidade de interpretação e representação de desenhos bi ou tridimensionais, desde as fases iniciais do aprendizado, é uma forma de desenvolver não só a criatividade e coordenação motora, mas igualmente o raciocínio e, ainda, apurar a aptidão para comunicação em diferentes aspectos.

Atendendo à meta principal de apresentar de forma direcionada e objetiva as informações relativas ao ensino de desenho na área técnica, este livro foi fundamentado de maneira a permitir que o conhecimento seja construído sobre bases sólidas, ao invés de ser apenas transmitido mecanicamente. Dentro desta perspectiva, a abordagem para o ensino do desenho técnico é feita sob a ótica da geometria descritiva - em seus aspectos básicos - levando o estudante a uma compreensão maior da origem e desenvolvimento da representação gráfica de elementos ou processos técnicos.

Cabe ressaltar ainda que a tendência atual de utilização crescente de programas de computação gráfica, em especial os de CAD *(Computer Aided Design),*

não exclui o aprendizado básico da representação, ao contrário, o estudante deve dar um passo além e buscar o fundamento do desenho técnico, encontrado na geometria descritiva, a qual torna-se ainda mais importante por sua identificação com a forma de representação tridimensional (modelagem) adotada por estes mesmos programas. O melhor profissional será aquele que souber utilizar seus conhecimentos para resolução de problemas que o exercício de sua atividade lhe apresenta.

Este trabalho foi inicialmente desenvolvido para atender às necessidades da prática do ensino de desenho nos cursos da educação profissional de nível técnico, que apresentam características e peculiaridades próprias e carecem de bibliografias abrangentes atualizadas. Desta forma, são fornecidos conceitos teóricos sobre a representação gráfica - de acordo com as normas aplicáveis pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) - para os cursos técnicos de diversas áreas profissionais.

UNIDADE I

MATERIAL PARA DESENHO

A execução de um bom desenho depende de diversos fatores, como sólidos conhecimentos teóricos, material de boa qualidade e o uso de técnicas adequadas para utilização deste material.

Neste capítulo, será indicada a relação do material básico necessário para a confecção do desenho. Existem outros, aqui não relacionados, usados para desenhos ou operações específicas, como o desenho a nanquim.

1

RELAÇÃO DO MATERIAL

> **Prancheta** - mesa apropriada para a execução de desenhos.

> **Régua paralela ou "*T*"** - régua de grande comprimento, sem graduação, destinada a traçar linhas retas horizontais; a régua "T" pode também traçar retas inclinadas ou verticais.

> **Escalímetro -** régua de secção triangular com graduações em escala ***(ver capítulo sobre escalas)*** *para* marcação de medidas.

> **Esquadros** - par de réguas em forma de triângulo, preferencialmente sem graduação, para traçar retas em diversos ângulos; são usados em conjunto com a régua paralela ou "T".

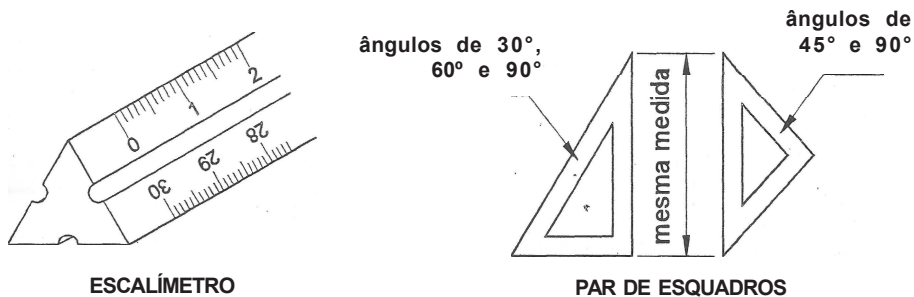
0 1 2
30 29 28

ângulos de 30°, 60º e 90°

mesma medida

ângulos de 45° e 90°

ESCALÍMETRO

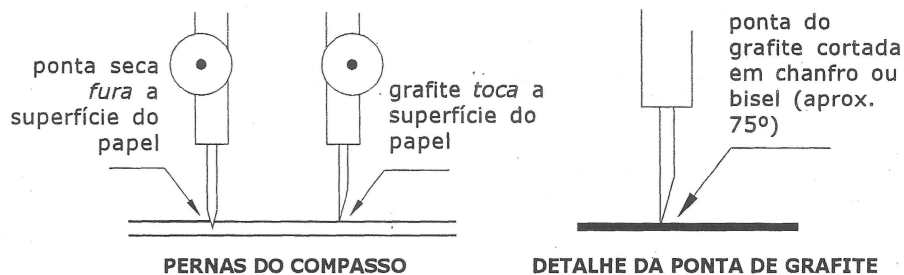
PAR DE ESQUADROS

> **Compasso** - instrumento para traçar circunferências.

ponta seca *fura* a superfície do papel

grafite *toca* a superfície do papel

ponta do grafite cortada em chanfro ou bisel (aprox. 75º)

PERNAS DO COMPASSO

DETALHE DA PONTA DE GRAFITE

> **Lápis ou lapiseira** - variam de acordo com a espessura e dureza do grafite. Os da série B *(ex.: B, 2B)* são mais macios e produzem traços mais largos, os da série H *(ex,: H, 2H)* são mais duros e produzem traços mais estreitos os intermediários são HB e F. A escolha do grafite depende da habilidade e experiência do desenhista, de acordo com o tipo de traço e acabamento desejado no desenho. A espessura do grafite para lapiseira deve ser também escolhida em função de seu uso, 0.5 ou 0.3 para traços estreitos, 0.7 ou 0.9 para traços largos.

***Observação**: Para o desenhista iniciante, aconselha-se o uso de grafite H para traços finos, espessura 0.5; B ou 2B para traços largos, espessura 0.7; e HB para médios, espessura 0.5.*

> **Borrachas** - a única recomendação é que sejam borrachas apropriadas para desenho, brancas e macias.

> **Papel** - a escolha do papel varia com o tipo de desenho a executar, para o desenho técnico é em geral liso, branco e opaco.

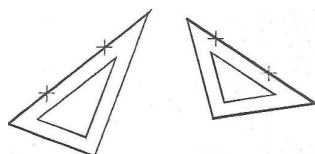
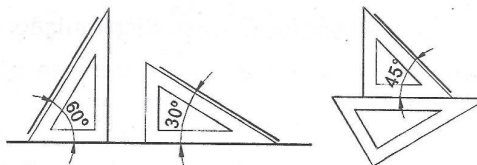
> **Material complementar** - flanela, fita adesiva, lixa, escova para desenho.

> **Gabaritos** - réguas vazadas com diferentes formas para execução de figuras repetidas ou de difícil execução (ex.: elipses, circunferências, mobiliário, setas etc).

> **Transferidor** - régua graduada em forma de circunferência ou semicircunferência usada para marcar medidas angulares.

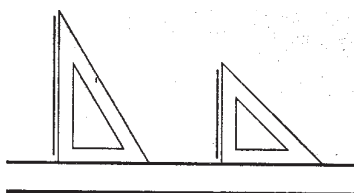
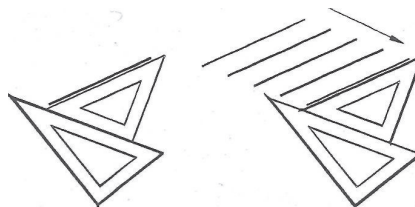
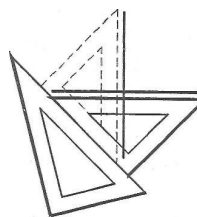
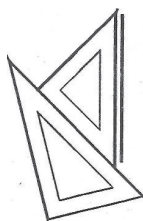
2

USO DOS ESQUADROS E RÉGUA PARALELA OU RÉGUA "T "

Os esquadros são utilizados para:

1. Traçar retas ligando dois ppntos quaisquer.

2. Traçar retas com ângulos definidos, com o auxílio da régua paralela ou do segundo esquadro.

60°

30°

45°

3, Traçar retas verticais com o auxílio da régua paralela.

4. Traçar retas paralelas em qualquer direção.

5. Traçar retas perpendiculares em qualquer direção.

3

RECOMENDAÇÕES GERAIS

> 0 material de desenho deve estar sempre limpo.

> Verificar as condições do material e do papel antes do início do desenho.

> Estabelecer uma distribuição racional do material sobre a mesa de desenho, para facilitar sua utilização; a mesa deve ficar o mais livre possível.

> Cuidar da limpeza do material, do papel e da mesa, também durante a execução do desenho, retirando partículas de borracha e apontando o grafite longe da mesa.

> Fixar a folha de papel sobre a mesa, com fita adesiva, cuidando para não invadir as margens da folha.

> Usar a aresta superior da régua paralela ou "T" para desenhar.

> Usar o escalímetro apenas para marcar medidas, não traçando linhas com ele.

> Proteger a parte concluída do desenho para não sujar.

> Não apoiar objetos sobre o desenho que possam vir a danificá-lo ou sujá-lo.

> Retirar a fita adesiva com cuidado, de dentro para fora, para não danificara folha.

> Limpar a mesa ao terminar o trabalho.

UNIDADE II

PADRONIZAÇÃO E NORMATIZAÇÃO

Toda representação gráfica, principalmente a de desenho técnico, deve ser executada dentro de padrões e regras estabelecidos e de conhecimento geral, que permitam seu entendimento por todos que os utilizarem. Tais padronizações e regras são desenvolvidas e estabelecidas pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), de acordo com a ISO (International Organization for Standardization), atendendo às necessidades de intercâmbio de tecnologia entre os países.

Existem diversas normas relativas ao desenho, algumas gerais e outras específicas de cada área de conhecimento (arquitetura, eletrônica, etc). Neste livro serão abordadas apenas as normas referentes ao desenho técnico básico, comum a todas as áreas.

Além deste capítulo inicial, serão apresentadas outras normas ao longo do livro, conforme sua utilização se faça necessária.

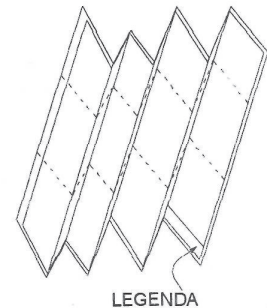
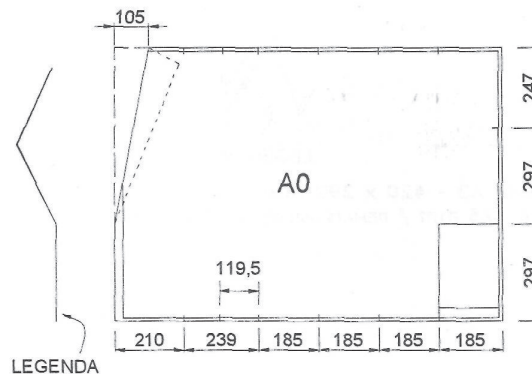
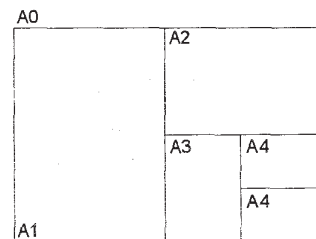
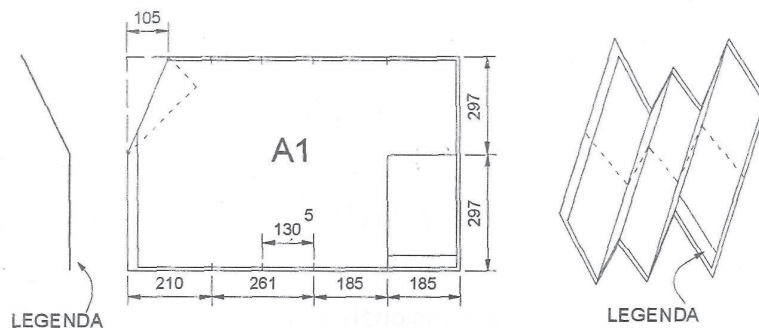
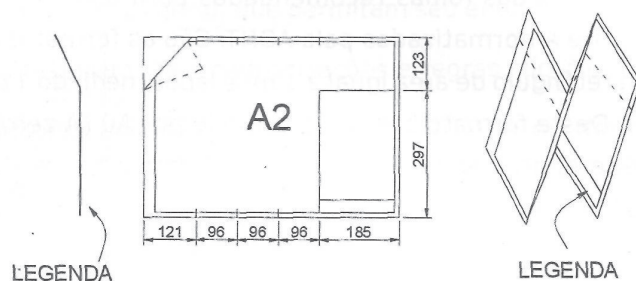
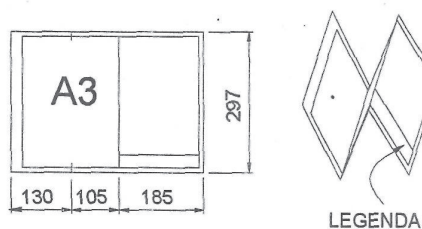
1

FOLHA DE DESENHO

LEIAUTE E DIMENSÕES

As características dimensionais das folhas em branco e pré-impressas a serem aplicadas em todos os desenhos técnicos são padronizadas.

Os formatos das folhas recomendadas para desenho técnico são os da série A normatizados pela ABNT. São os formatos baseados em um retângulo de área igual a 1 m^2 e lados medindo 1189 mm x 841 mm. Deste formato básico, designado por AO (A zero), deriva-se a série A, através de bipartição, conforme a figura.

As folhas de desenho acima do padrão A4 (210 x 297 mm) devem ser dobradas para facilitar o arquivamento. O tamanho final de todos os formatos é o A4, e a forma de dobragem é dada nas figuras a seguir.

FORMATO A0 - 1189 x 841 mm
MARGEM ESQUERDA - 25 mm / DEMAIS MARGENS - 10 mm

FORMATO **A1 - 841 x 594 mm**
MARGEM ESQUERDA - **25 mm** / DEMAIS MARGENS - **10 mm**

FORMATO **A2 - 594 x 420 mm**
MARGEM ESQUERDA - **25 mm** / DEMAIS MARGENS - **7 mm**

FORMATO **A3 - 420 x 297 mm**
MARGEM ESQUERDA - **25 mm** / DEMAIS MARGENS - **7 mm**

A margem esquerda de 25 mm é destinada à perfuração ou colocação de grampos para arquivamento.

A legenda deve ficar sempre na parte externa ao final do dobramento, de forma a facilitar sua leitura.

2

LEGENDA

A legenda é o espaço destinado à colocação de informações sobre o desenho. Deve conter seu número, título, origem, data, escala, profissional responsável pelo desenho, conteúdo e demais informações pertinentes. Sua altura pode variar, apenas sua largura é especificada pela norma, como:

AO eAl - 175 mm

A2 , A3 e A4 - 178 mm

No total, o espaço reservado para a legenda somado à margem direita sempre resultará em um módulo de 185 mm.

O espaço vertical acima da legenda deve ser reservado para outras informações, como convenções específicas, tabelas ou notas sobre o desenho. Este espaço pode ser mudado, por conveniência, para a parte horizontal ao lado da legenda.

3

CALIGRAFIA TÉCNICA

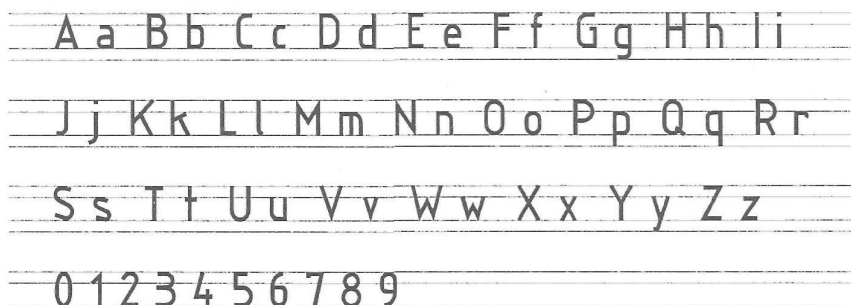
A caligrafia usada nos desenhos técnicos é definida pela ABNT; e deve respeitar alguns requisitos básicos, como ser bem legível, de rápida execução e proporcional ao desenho. Pode ser executada à mão-livre ou com auxílio de normógrafo (mais usado no desenho a nanquim).

O modelo de caligrafia técnica é apresentado abaixo.

Aa Bb Cc Dd Ee Ff Gg Hh Ii

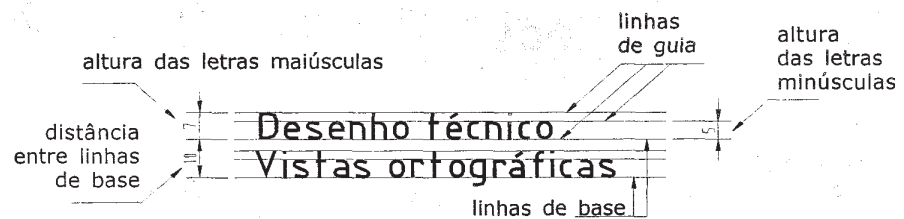
Jj Kk Ll Mm Nn Oo Pp Qq Rr

Ss Tt Uu Vv Ww Xx Yy Zz

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Na execução da caligrafia técnica, alguns itens devem ser observados:

> **Linhas de guia** - linhas necessárias para manter as letras e números com a mesma altura ou mesma inclinação, devem ser executadas com traço contínuo e estreito.

> **Altura das letras** - é baseada na altura das letras maiúsculas, sendo o mínimo de 2,5 mm, com dimensões proporcionais, conforme o quadro e o exemplo a seguir:

altura das letras maiúsculas
distância entre linhas de base
Desenho técnico
Vistas ortográficas
linhas de guia
altura das letras minúsculas
linhas de base

DIMENSÕES	RELAÇÃO	VALORES (mm)		
altura das letras maiúsculas	10/10	3,5	5	10
altura das letras minúsculas	7/10	2,5	3,5	7
distância entre linhas de base	14/10	5	7	14

A tabela acima é uma simplificação da apresentada pela norma técnica; as distâncias entre letras ou palavras são, em geral, realizadas visualmente, sem medidas, mas de modo uniforme. Para melhorar o efeito visual em alguns casos a distância entre os caracteres deve ser alterada, como entre as letras LA, TV ou LT.

A altura das letras e algarismos é escolhida de acordo com a importância do texto que será escrito; para títulos, tamanhos maiores (7 ou 10 mm), para observações e notas, tamanhos menores (geralmente 3 mm).

APLICAÇÃO E TIPOS DE LINHA

A diferenciação entre os elementos de um desenho é dada pela espessura e tipo das linhas utilizadas. De modo geral, sua espessura é definida pela prática para cada elemento, com pouca variação, dependendo ainda do tipo de desenho e importância do detalhe.

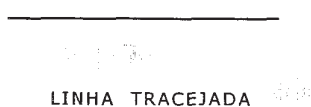
Deve-se respeitar as seguintes recomendações gerais:

> A espessura e o espaçamento das linhas proporcionais à escala do desenho.

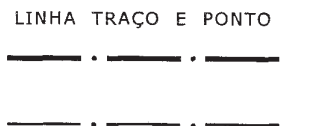
> A espessura de linhas estabelecida para uso em um desenho mantém-se em todo ele, assim como em pranchas complementares.

Os tipos de linha com seu uso são:

LINHA CONTÍNUA

Larga - *contornos e arestas visíveis.*

Estreita - *linhas auxiliares, de cota, de chamada, hachuras.*

LINHA TRACEJADA

Larga - *contornos e arestas não visíveis.*

LINHA TRAÇO E PONTO

Larga - *para superfícies com indicação especial.*

Estreita - *linhas de centro, eixos de simetria, trajetórias.*

OUTROS TIPOS

Traço e dois pontos estreita - *limite de peças móveis, centros de gravidade, detalhes situados antes do plano de corte.*

Traço ponto estreita com espessamento nas extremidades e nas mudanças de direção - *localização* ***de*** *planos de corte.*

Contínua em ziguezague e estreita - *linha de interrupção.*

UNIDADE III

NOÇÕES DE PROJEÇÃO

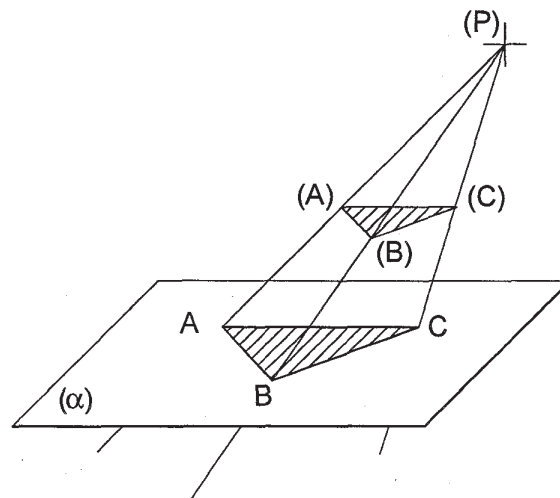
Neste capítulo serão estudadas as informações básicas sobre desenho projetivo, do qual se origina o desenho técnico. Estas informações incluem desde a definição dos elementos necessários à projeção, até o estudo de projeção de sólidos, que está diretamente relacionado ao desenho técnico.

PROJEÇÃO

Projetar significa representar graficamente, em um plano, uma figura localizada no espaço.

• Elementos

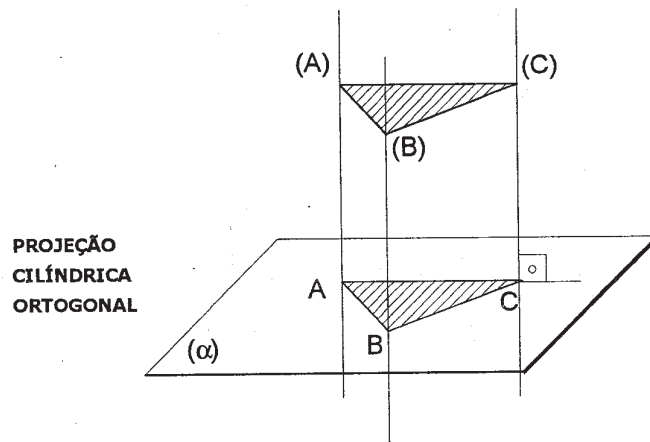
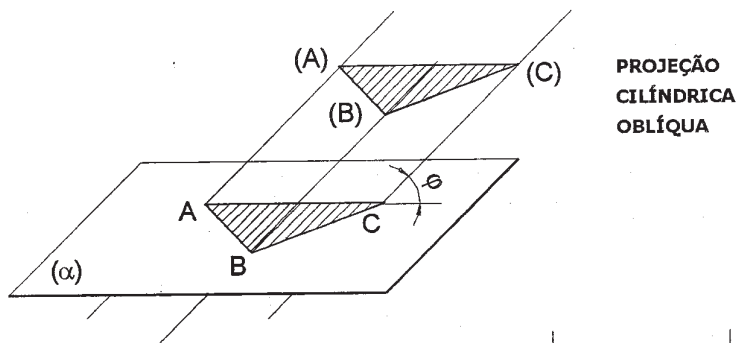
Os elementos para projetar são:

> (P) - centro de projeção, pólo ou vértice.
> **Triângulo (A) (B) (C)** - figura plana no espaço, a ser projetada.
> (a) - plano de projeção.
> (P)(A), (P)(B), (P)(C) - raios projetantes.
> **Triângulo ABC** - projeção do triângulo (A)(B)(C) sobre o plano (a).

• Tipos de projeção

> **Projeção cônica ou central** - o centro de projeção está a uma distância finita do plano de projeção (exemplo dado anteriormente) e os raios projetantes são divergentes.

> **Projeção cilíndrica ou paralela** - o centro de projeção está a uma distância infinita do plano de projeção e os raios projetantes são paralelos entre si. A Projeção Cilíndrica pode ser:

- *Oblíqua:* os raios projetantes formam com o plano de projeção um ângulo diferente de 90°.

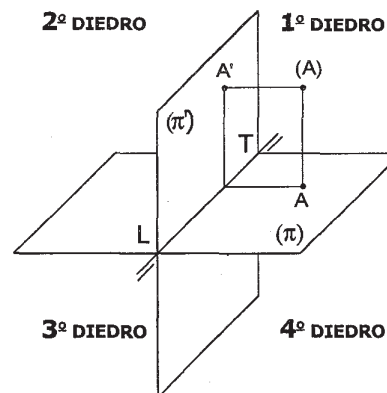
- *Ortogonal:* os raios projetantes formam com o plano de projeção um ângulo de 90°.

2

DIEDROS DE PROJEÇÃO

Dos dois tipos de projeção, será dada maior ênfase ao estudo da ***projeção cilíndrica,*** em especial a ***ortogonal,*** que por suas características apresenta projeções em verdadeira grandeza (V.G.)-

Para localizar um determinado ponto no espaço na ***projeção cilíndrica ortogonal*** são necessárias duas projeções ortogonais. Usa-se, portanto, um sistema de dois planos de projeção perpendiculares entre si, um na posição horizontal (n) e outro na vertical (TC'), que se interceptam determinando uma reta denominada linha de terra (LT). Esse sistema projetivo formado por dois planos ortogonais de projeção foi criado por *Gaspar Monge.*

Os planos *{%)* e *{%')* determinam no espaço quatro porções iguais denominadas ***diedros.***

2º DIEDRO
1º DIEDRO
A'
(A)
(π')
T
A
L
(π)
3º DIEDRO
4º DIEDRO

(π) - plano horizontal de projeção.
(π') - plano vertical de projeção.
LT - linha de terra.

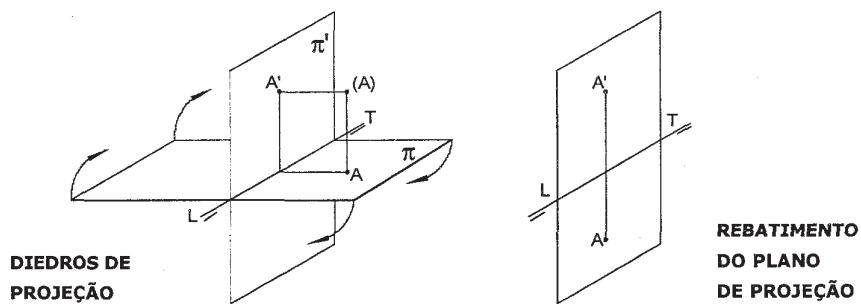
(A) - ponto objetivo ou ponto no espaço a ser projetado.
A' - projeção vertical do ponto (A) em (π').
A - projeção horizontal do ponto (A) em (π).

3

ÉPURA

Para desenhar e interpretar as projeções é necessário que os dois planos de projeção sejam representados em uma única superfície plana. Isto é obtido fazendo-se com que um dos planos seja rebatido sobre o outro, num giro de 90° em torno da linha de terra (LT), ou seja, fazer com que (rc) e (it') sejam coincidentes. O resultado desse processo é denominado *épura.*

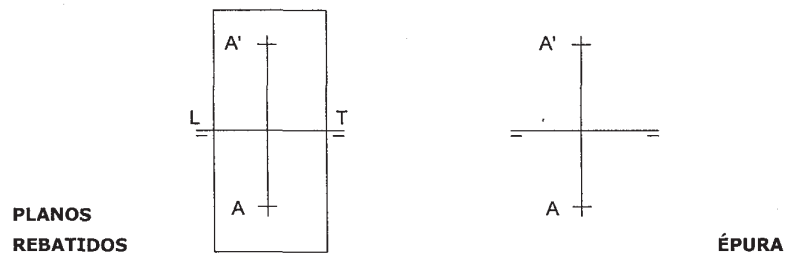
DIEDROS DE PROJEÇÃO

REBATIMENTO DO PLANO DE PROJEÇÃO

A linha que une as projeções A e A' do ponto (A) denomina-se linha de chamada ou linha de projeção, e é perpendicular à linha de terra.

Em épura, convenciona-se suprimir o contorno dos planos e representar a linha de terra acrescida de dois pequenos traços colocados abaixo e paralelos à mesma.

PLANOS REBATIDOS

ÉPURA

4

Para a melhor localização de um ponto no espaço, utiliza-se um terceiro plano de projeção, de perfil, perpendicular aos outros dois e com posição arbitrária em relação aos mesmos. A interseção dos três planos de projeção define um ponto denominado origem (O), que em épura pode representara posição do plano de perfil (TI"). Desta forma, cada ponto será definido através de três coordenadas (x, y, z) que correspondem a: ***abscissa, afastamento*** e ***cota.***

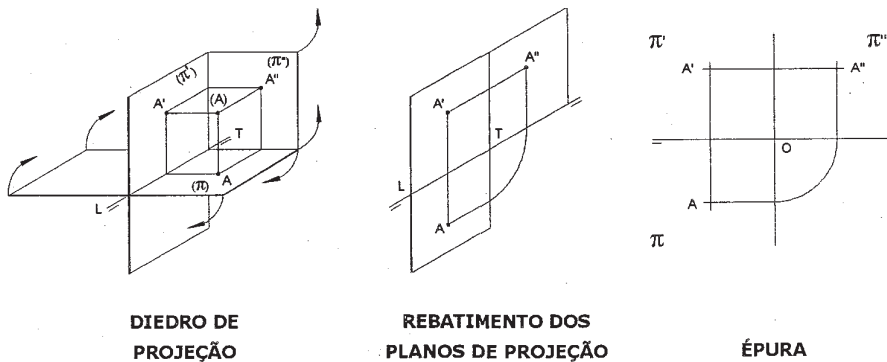
> **Abscissa (x)** - é a projeção da distância do ponto (A) ao plano de perfil (π'')

> **Afastamento (y)** - é a projeção da distância do ponto (A) ao plano vertical (π')

> **Cota (z)** - é a projeção da distância do ponto (A) ao plano horizontal (π)

O rebatimento do plano de perfil (π'') é feito num giro de 90° sobre o plano vertical (π'), ou seja, fazendo-se com que (π'') e (π') sejam coincidentes.

DIEDRO DE PROJEÇÃO | **REBATIMENTO DOS PLANOS DE PROJEÇÃO** | **ÉPURA**

5

ESTUDO DOS SEGMENTOS DE RETA NO 1º DIEDRO

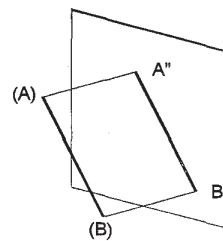
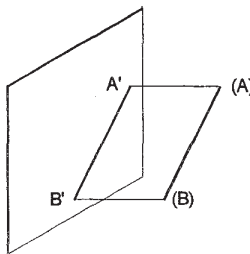
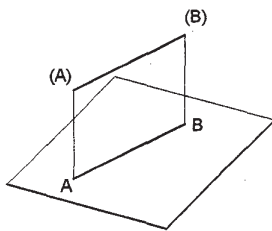
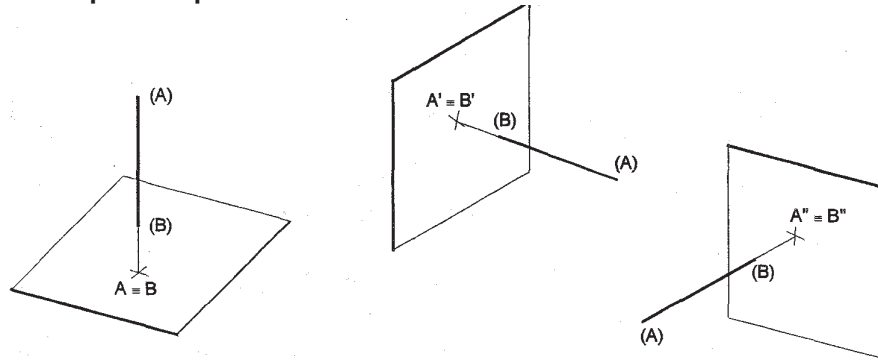
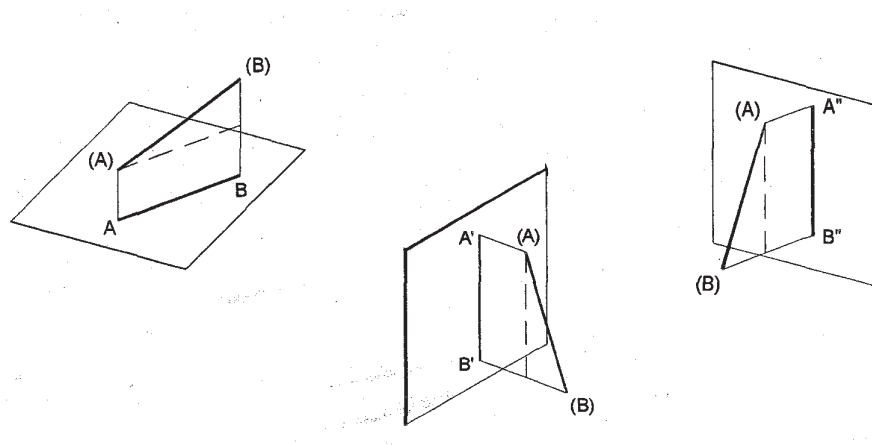
• Posições do segmento em relação a um plano de projeção

Para se projetar um segmento, basta projetar seus dois pontos extremos. No entanto, pode-se simplificar ainda mais sua projeção, conhecendo-se as *três* possíveis posições do segmento em relação aos planos de projeção. Estas posições são analisadas a seguir:

> **Segmentos de reta paralelos ao plano de projeção** - sua projeção se apresenta em verdadeira grandeza (V.G.), ou seja, com sua medida e/ou inclinação reais. Não importa qual a posição do plano (horizontal, vertical ou de perfil), a projeção será **sempre em V.G.**

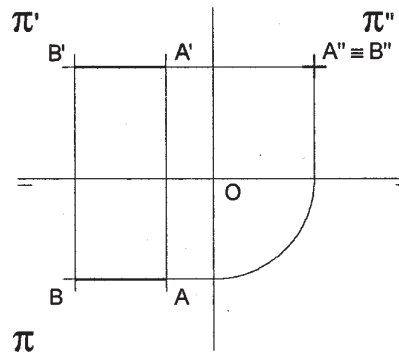
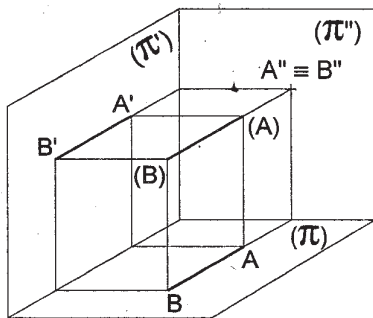
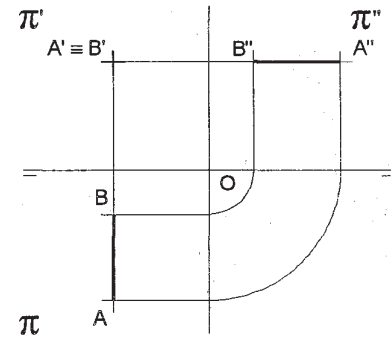
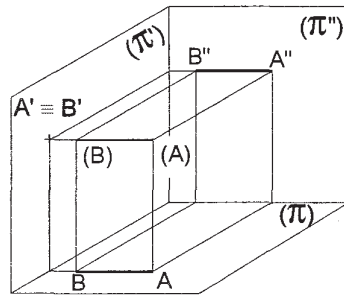
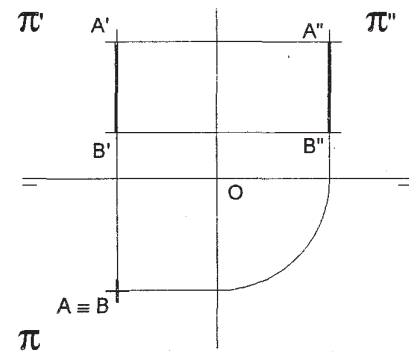
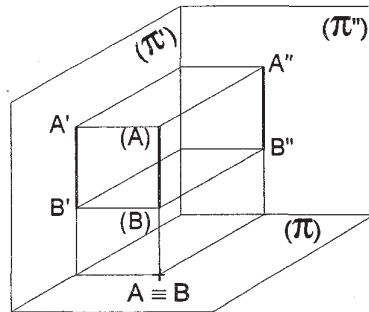
(B)
(A)
B
A

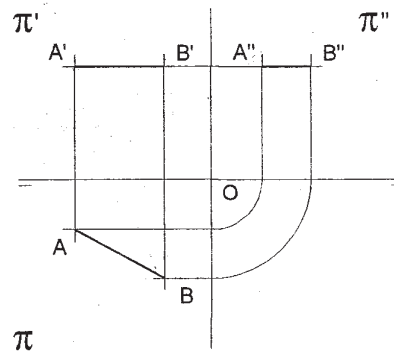
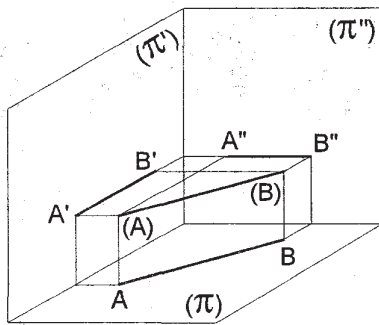
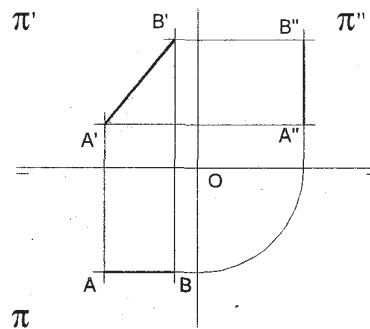
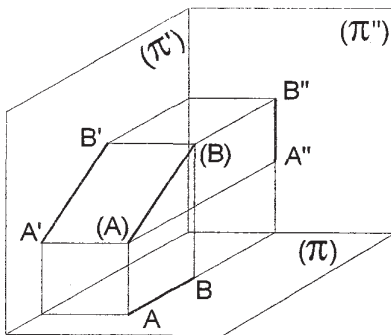
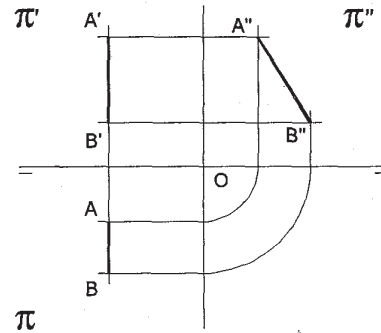
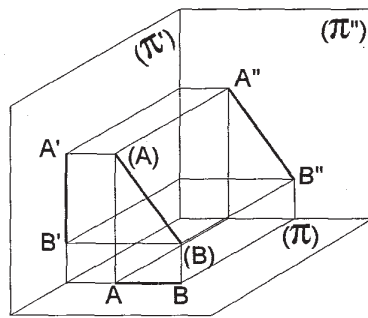
A'
(A)
B'
(B)

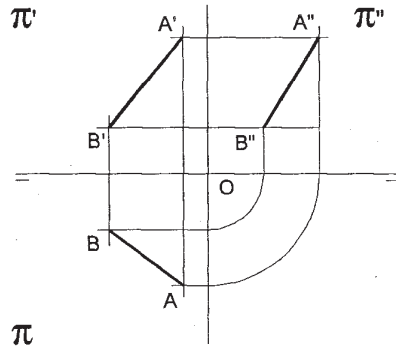
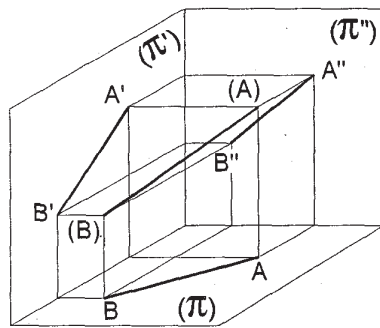
A"
(A)
B"
(B)

> **Segmentos de reta perpendiculares ao plano de projeção** - sua projeção se apresenta reduzida a um ponto. Não importa qual a posição do plano (horizontal, vertical ou de perfil), a projeção será **sempre um ponto.**

> **Segmentos de reta oblíquos em relação ao plano de projeção** - sua projeção se apresenta como um segmento de reta com deformação linear, ou seja, com medidas diferentes das reais. Não importa qual a posição do plano (horizontal, vertical ou de perfil), a projeção terá **sempre uma deformação linear.**

Foi visto que o ponto fica melhor representado em três projeções. Assim, o estudo do segmento de reta será considerado também em relação aos três planos de projeção, de acordo com sua posição relativa a cada um destes planos. Um segmento de reta paralelo a um determinado plano pode estar oblíquo ou perpendicular a um ou aos dois outros, e vice-versa.

Serão analisadas a seguir as possíveis posições que um segmento de reta pode assumir e, como informação suplementar, são apresentados os nomes dados a estes segmentos na geometria descritiva.

• Posições relativas aos três planos de projeção

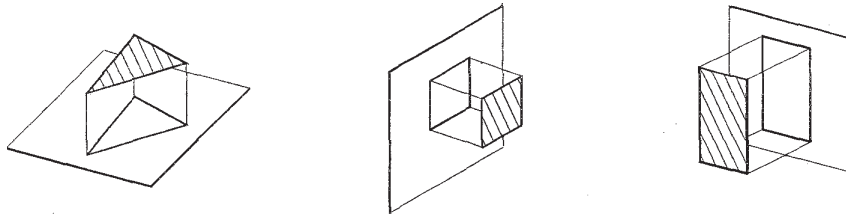
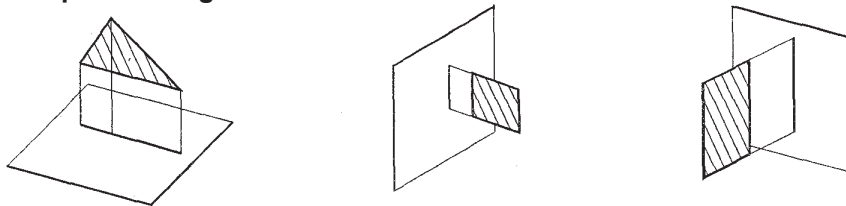
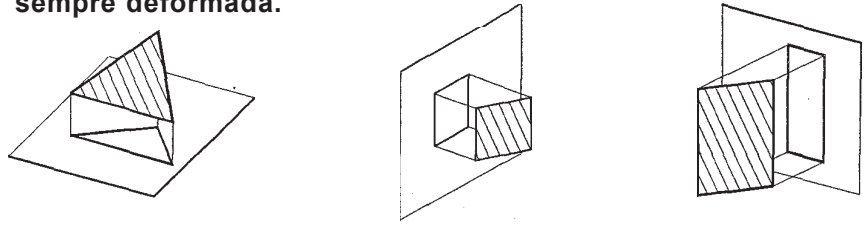
> **Fronto-horizontal** - é paralelo aos planos (π) e (π'), e perpendicular ao plano de perfil (π''). Suas projeções no plano horizontal e no vertical apresentam-se em verdadeira grandeza (V.G.), e no de perfil é um ponto.

> **De topo**-é paralelo aos planos (π) e (π"),e perpendicular ao plano de projeção (π'). Suas projeções no plano horizontal e no de perfil apresentam-se em V.G., e no vertical é um ponto.

> **Vertical** - é paralelo aos planos (π') e (π"), e perpendicular ao plano de projeção (TI). Suas projeções no plano vertical e no de perfil apresentam-se em V.G., e no horizontal é um ponto.

Observação: *Um segmento de reta perpendicular a* qualquer *um dos planos de projeção será necessariamente paralelo aos outros dois.*

> **Horizontal** - é paralelo ao plano (π) e oblíquo em relação aos planos (π') e (π"). Sua projeção no plano horizontal apresenta-se em V.G.

> **Frontal -** é paralelo ao plano (π') e oblíquo em relação aos planos (π) e (π"). Sua projeção no plano vertical apresenta-se em V.G.

> **De perfil** - é paralelo ao plano (P ") e oblíquo em relação aos planos (p) e (p '). Sua projeção no plano de perfil apresenta-se em V.G.

Observação: Quando o segmento de reta está oblíquo em
relação a um plano de projeção, sua projeção aprsenta deformação linerar. O ângulo de inclinação de segmento em relação a este plano se apresenta em V.G. no plano ao qual está paralelo.

> **Genérico ou qualquer** - por estar inclinado em relação aos três planos, não apresenta V.G. em nenhuma de suas projeções.

ESTUDO DE FIGURAS GEOMÉTRICAS PLANAS NO 1º DIEDRO

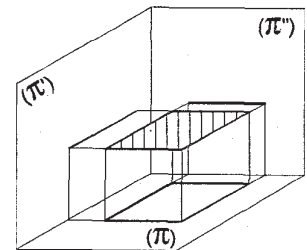
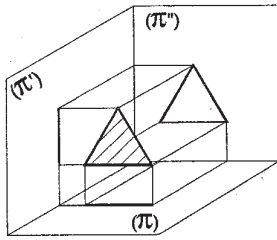
A projeção de figuras geométricas planas é feita de forma semelhante à dos segmentos de reta, que formam seus lados. As possíveis posições das figuras em relação aos planos de projeção são analisadas a seguir.

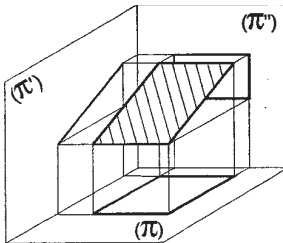
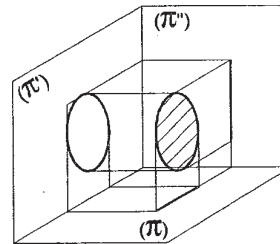
• Posições das figuras planas em relação a um plano de projeção

> **Figuras paralelas ao plano de projeção** - sua projeção se apresenta em verdadeira grandeza (V.G.), ou seja, com suas medidas e ângulos reais. Não importa qual a posição do plano (horizontal, vertical ou de perfil), a projeção será **sempre em V.G.**

> **Figuras perpendiculares ao plano de projeção** - sua projeção se apresenta reduzida a um segmento de reta. Não importa qual a posição do plano (horizontal, vertical ou de perfil), a projeção será **sempre um segmento de reta.**

> **Figuras oblíquas em relação ao plano de projeção** - sua projeção se apresenta como uma figura deformada, ou seja, com medidas lineares e angulares diferentes das reais. Não importa qual a posição do plano (horizontal, vertical ou de perfil), a projeção será **sempre deformada.**

Observação: *As figuras são deformadas apenas quanto ás medidas de seus lados e seus ângulos; o triangulo aparece na projeção como um triângulo diferente do original, o quadrado passa a ter lados de tamanhos diferentes, a circunferência torna-se semelhante a uma elipse etc.*

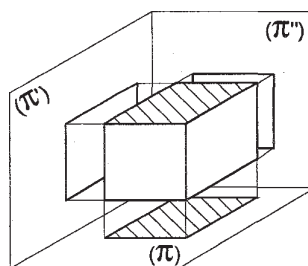
Ao trabalhar com os três planos de projeção, as figuras deverão ser analisadas de acordo com suas posições relativas a cada um destes planos. Lembre sempre que numa figura geométrica plana, os lados são segmentos de reta, logo suas projeções obedecerão às regras quanto à projeção dos segmentos. A seguir são apresentados alguns exemplos de projeção de figuras simples em relação aos três planos de projeção.

• Posições relativas aos três planos de projeção

O retângulo está paralelo ao plano (P) e perpendicular aos planos (p') e (p"). Logo, apresenta V.G. apenas na projeção horizontal e torna-se um segmento de reta nas projeções vertical e de perfil.

O **triângulo** está paralelo ao plano (π'') e perpendicular aos planos (π) e (π'). Logo, apresenta V.G. apenas na projeção de perfil e torna-se um segmento de reta nas projeções horizontal e vertical.

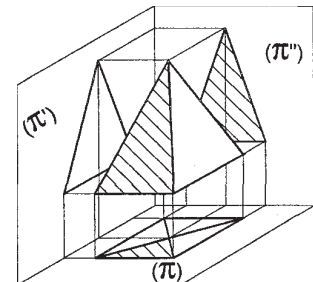
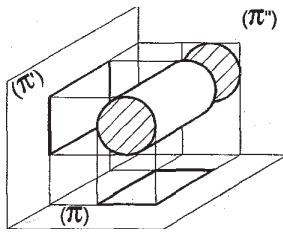
A **circunferência** está paralela ao plano (π') e perpendicular aos planos (π) e (π''). Logo, apresenta V.G. apenas na projeção vertical e torna-se um segmento de reta nas projeções horizontal e de perfil.

O **retângulo** está oblíquo em relação aos planos (π) e (π'') e perpendicular ao plano (π'). Logo, não apresenta V.G. em nenhum plano, torna-se um segmento de reta na projeção vertical e fica deformado nas projeções horizontal e de perfil.

ESTUDO DE SÓLIDOS GEOMÉTRICOS NO 1º DIEDRO

A projeção de sólidos é feita de forma semelhante à das figuras planas, que formam suas faces. As figuras planas são definidas pelos segmentos que formam seus lados, que por sua vez têm por extremidade dois pontos. Para definir as projeções de um sólido, deve-se primeiro projetar suas faces, em casos mais complexos pode-se projetar pontos isolados.

As faces do sólido projetado ao lado são retângulos paralelos ou perpendiculares aos diferentes planos; sua projeção fica então determinada pela junção destas faces.

Considerando a face em destaque, vemos que está paralela a (π) e perpendicular a (K') e (%"); então a projeção horizontal está em VG e as demais reduzidas a um segmento de reta.

O sólido projetado ao lado tem base retangular e faces triangulares, sua projeção fica então determinada pela junção destas faces.

Considerando a face em destaque, vemos que está oblíqua em relação a *(p")* e (TI") e perpendicular a (p'); então as projeções horizontal e de perfil permanecem triangulares mas estão deformadas, e a vertical é reduzida a um segmento de reta.

O sólido projetado ao lado tem uma face circular e sua lateral é uma superfície curvilínea, sua projeção fica então determinada pela projeção do círculo e o contorno da lateral.

Considerando a face em destaque, vemos que está perpendicular a (p) e (p') e paralela a (P "); então as projeções horizontal e vertical são reduzidas a um segmento de reta e a de perfil está em V.G.

UNIDADE IV

DESENHO PROJETIVO APLICADO NO DESENHO TÉCNICO

Dos quatro diedros formados pela interseção dos planos horizontal e vertical de projeção, apenas o 1º e 3ª ***diedros*** são utilizados em desenho técnico. O 1º ***diedro*** é também denominado de ***sistema europeu de projeção,*** e o **3ª *diedro,*** de ***sistema americano de projeção.*** Daremos mais ênfase ao estudo da projeção no 1º ***diedro,*** por ser este o sistema de representação mais usado no Brasil.

•Vistas ortográficas principais

No desenho técnico, as representações gráficas obtidas através da projeção ortogonal do objeto nos planos de projeção, corresponderão às três vistas ortográficas principais.

> A projeção no plano vertical (π') corresponde à vista de frente ou frontal.

> A projeção no plano horizontal (π) corresponde à vista de cima ou superior.

> A projeção no plano de perfil (π'') corresponde à vista lateral esquerda.

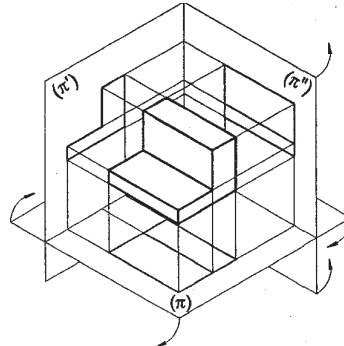
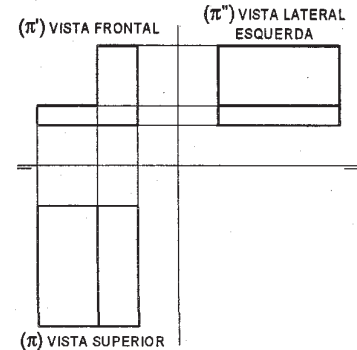
Observação: *A localização ao plano de perfil é arbitrária , mas., geralmente. em desenho técnico, ele fica situado a direita do objeto, sendo o sentido de observação dd esquerda para a direita, sndo assim . nós temos a projeção da lateral esquerda do objeto.*

(π') (π'') (π)

PROJEÇÃO DO SÓLIDO NO I[a] DIEDRO

(π') VISTA FRONTAL

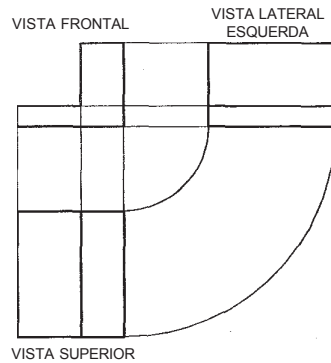
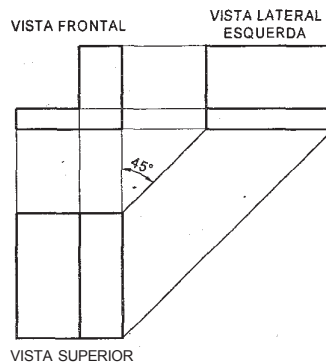
(π'') VISTA LATERAL ESQUERDA

(π) VISTA SUPERIOR

ÉPURA

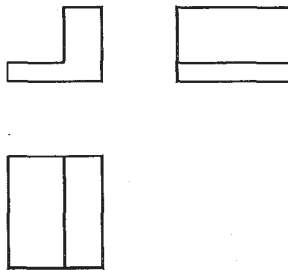
Na representação em desenho técnico, as linhas de interseção entre os planos de projeção são eliminadas. Para a construção das vistas deve-se usar linhas auxiliares que irão determinar o perfeito alinhamento entre as mesmas, segundo um dos processos mostrados a seguir:

VISTA FRONTAL
VISTA LATERAL ESQUERDA
VISTA SUPERIOR

ARCOS CONCENTRICOS

VISTA FRONTAL
VISTA LATERAL ESQUERDA
45°
VISTA SUPERIOR

LINHAS A 45°

Após a definição das vistas, as linhas auxiliares são eliminadas.

Observação: *Não é necessário nomear as vistas, já que suas posições são constantes, de acordo com as projeções horizontal, vertical e de perfil definidas anteriormente.*

A **distância** entre a vista frontal e a superior, e entre a vista frontal e a lateral esquerda, deverá ser sempre a mesma, no mínimo 20mm, a fim de não dificultar a cotagem do desenho **(ver item referente à cotagem).**

O desenho deverá ser distribuído simetricamente pela folha, de forma que o enquadramento fique com melhor aspecto.

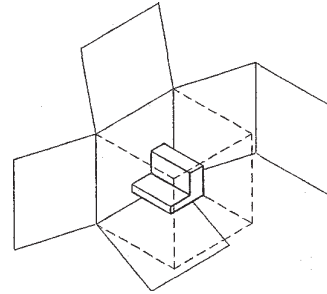
• Seis vistas ortográficas

As três vistas ortográficas principais *(frontal, superior e lateral esquerda)* por vezes não conseguem esclarecer suficientemente a forma de objetos mais complexos. Além de outros recursos, pode-se aumentar o número de vistas para seis.

São considerados dois planos em cada posição:

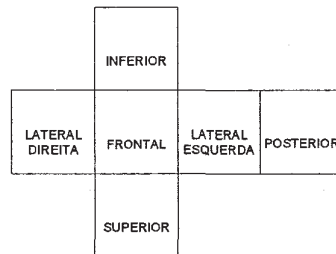
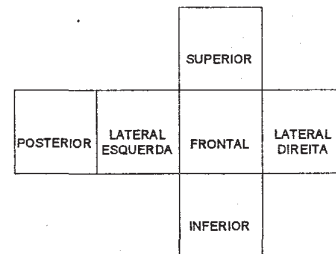
> **Horizontal** - abaixo e acima do sólido.

> **Vertical** - atrás e à frente do sólido.

> **De perfil**-à direita eà esquerda do sólido.

O posicionamento das vistas é feito de uma das formas a seguir:

	INFERIOR		
LATERAL DIREITA	FRONTAL	LATERAL ESQUERDA	POSTERIOR
	SUPERIOR		

VISTAS NO Iª DIEDRO

		SUPERIOR	
POSTERIOR	LATERAL ESQUERDA	FRONTAL	LATERAL DIREITA
		INFERIOR	

VISTAS NO 3ª DIEDRO

• Escolha das vistas

Deve-se executar tantas vistas quantas forem necessárias à perfeita caracterização da forma do objeto; estas devem ser selecionadas conforme os seguintes critérios:

a) A vista mais importante de um objeto deve ser utilizada como a vista frontal, contendo preferencialmente o comprimento da peça e/ou o maior número de detalhes.

b) Limitar ao máximo o número de vistas.

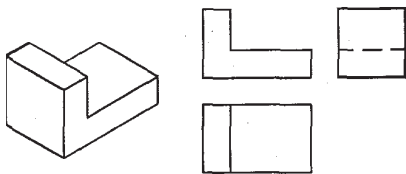
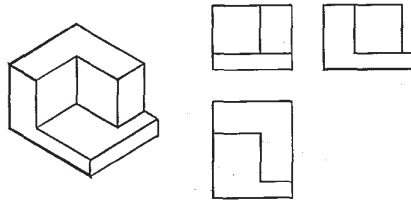
c) Evitar vistas com repetição de detalhes.

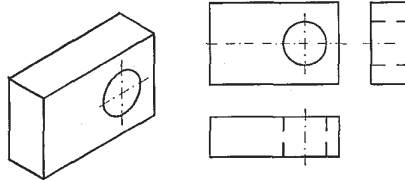
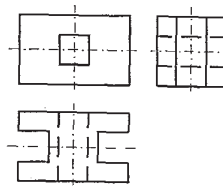
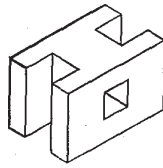
2

LEITURA E INTERPRETAÇÃO DE UM DESENHO TÉCNICO

• Linhas

Para ler e interpretar desenho técnico é indispensável que se conheçam as linhas mais utilizadas na representação de um objeto em vistas ortográficas.

> **Linha para contornos e arestas visíveis** - é uma linha contínua, larga e uniforme, que serve para indicar as arestas visíveis do objeto.

> **Linha para contornos e arestas não visíveis** - é uma linha tracejada, larga e uniforme, que serve para indicar as arestas não visíveis do objeto.

> **Linha de centro** - linha estreita formada de traços e pontos alternados uniformemente. Ela serve para indicar no desenho o centro de furos (circulares ou quadrados), arcos de circunferência etc.

> **Eixo de simetria** - semelhante à linha de centro. Serve para indicar que o objeto é simétrico, ou seja, que pode ser dividido em duas partes iguais e opostas.

Observações:

• *O ci\izj>ncnzci rf.is l.nhas de ccntio e dofi* eno-- f/v *vneiria antte <i ou* o::?» *,ve*Us di objete é semp-r fero no t:nço.* /ivi..? *no* /unro. *No* /e.ivnfto *e/ío CV/H o ,7u\//in c/j ^*om*t),ihidui (CAD)* rc.eí.í-sL[1] o c/cizj;/ie/ítu de t>L/if3 *fonva,* r/et-Jo ,?s r«i'dcttTisí r,7s J.^ *rriigitjnuis* CVJIÍ'(7/,7 nJii -.e/j a /ívvu.7 wa/s uiífeu mvn j je

• 'W*» fi;t.rris /I,->ÚS I/Ü /„IÍH, tv.-Ní/.'íe a *Um^dc II,* /re,n -/ --4AJI /ÍGÃO £ T/Püò Pi £/«rt4.

• Ordem de prioridade de linhas coincidentes

Se ocorrer coincidência, em projeção, de duas ou mais linhas de diferentes tipos, a representação será feita com a seguinte ordem de prioridade.

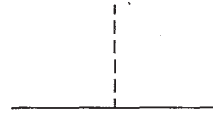
1) Arestas e contornos visíveis.

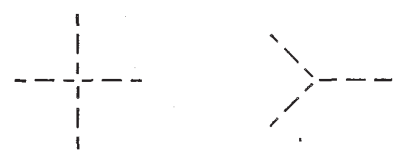
2) Arestas e contornos não visíveis.

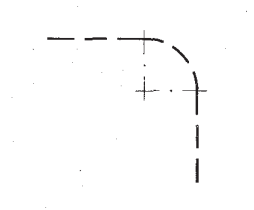
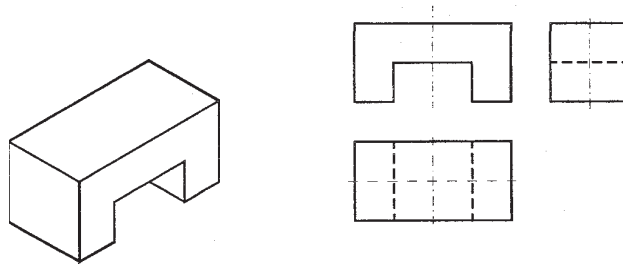
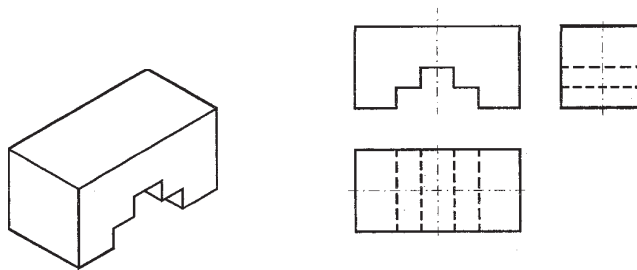
3) Linhas de centro e eixos de simetria.

4) Linhas de cota e auxiliares.

• Posições relativas das linhas de desenho

> Se uma aresta visível for limite de outra não visível, esta deve tocá-la.

> Se as linhas não visíveis têm um vértice comum, isto é, são concorrentes, devem se cruzar ou tocar naquele ponto.

> Se as linhas não visíveis não têm um vértice comum, elas devem ser interrompidas no cruzamento.

> Se uma aresta não visível, em projeção, "cruzar com uma visível, sendo que as duas não são concorrentes, a não visível deve ser interrompida.

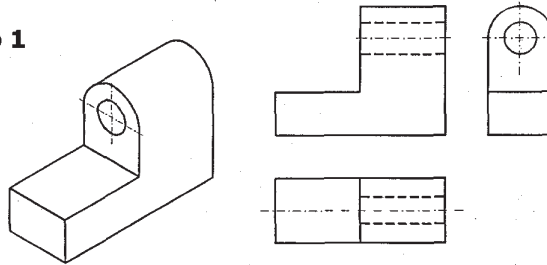
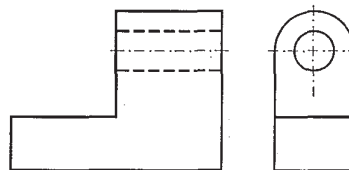
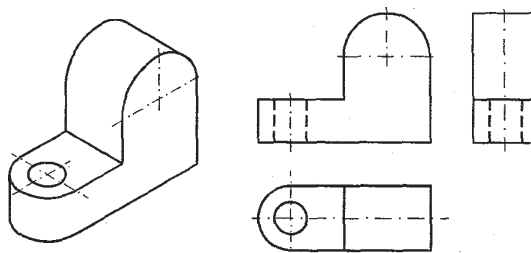
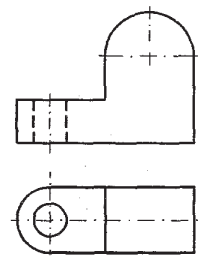
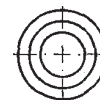
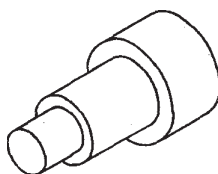
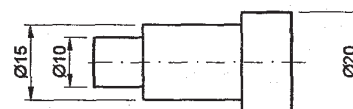
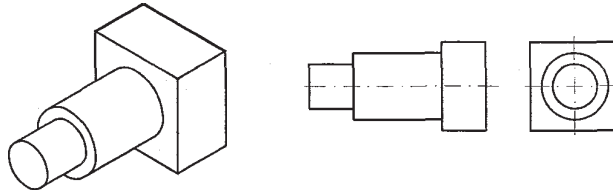
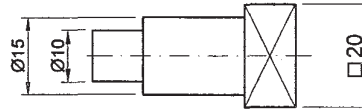
> O contorno não visível de um arco deve tocar as linhas de centro do mesmo.

> Quando houver duas linhas não visíveis paralelas representando o mesmo detalhe, estas devem ter traços uniformes, lado a lado.

> Quando houver linhas não visíveis paralelas representando detalhes diferentes, a distinção deve ser feita através de traços e espaços desalinhados.

SUPRESSÃO DE VISTAS

De acordo com o que foi visto anteriormente, um objeto pode ser representado através das três vistas ortográficas principais ***(frontal, lateral esquerda*** e ***superior)*** ou por mais de três vistas (até seis), conforme a sua complexidade de forma ou detalhes.

Se o objeto tiver formas e detalhes simples, a sua representação pode ser reduzida de três para duas ou para uma única vista. Ao suprimir alguma vista, deve-se obedecer a alguns critérios, como:

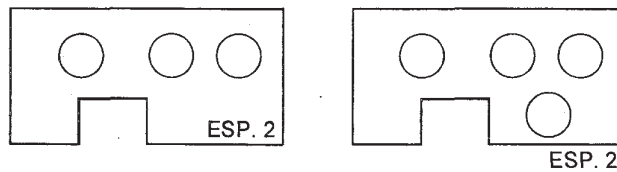
> A vista frontal sempre será mantida, uma vez que é a de maior importância.

> Serão suprimidas as vistas que não apresentarem detalhes importantes para a compreensão da forma do objeto, como por exemplo raios de circunferência e ângulos.

Exemplo 1

Nesse exemplo bastam as vistas frontal e lateral esquerda para representar o objeto perfeitamente, uma vez que a superior não acrescenta nenhuma informação.

EXEMPLO 2

Nesse exemplo as vistas frontal e superior são necessárias.

EXEMPLO 3

Observe que esse objeto está representado através de duas vistas, mas, devido à sua simplicidade e simetria, podemos reduzir para vista única. A representação em vista única é possível pelo uso de alguns símbolos, tais como: 0 - diâmetro, D - quadrado, e diagonais que indicam superfícies planas **(ver próximo exemplo).**

EXEMPLO 4

Mais um exemplo de aplicação de vista única. Agora com uso do símbolo de quadrado e das diagonais (em linha contínua estreita e uniforme).

EXEMPLO 5

Em objetos planos, como chapas ou placas de pequena espessura, a representação é simplificada com a indicação da espessura (ESP) da peça em vista única; esta indicação pode ser feita interna ou externamente, de acordo com o espaço disponível. Quando externa, a indicação deve se localizar, preferencialmente, no canto inferior direito da vista única.

ESP. 2

ESP. 2

NOÇÕES DE DIMENSIONAMENTO E COTAGEM

Os desenhos para fabricação ou produção devem possuir todas as informações necessárias à sua execução, tais como: medidas, tipo de material, acabamento, etc.

As medidas são dadas através da cotagem destes desenhos, que deve ser feita de forma clara, sem omissões.

Toda a cotagem segue uma padronização que visa facilitar seu entendimento. Portanto, para se ler e interpretar a cotagem de um desenho é necessário conhecer alguns de seus elementos.

ELEMENTOS

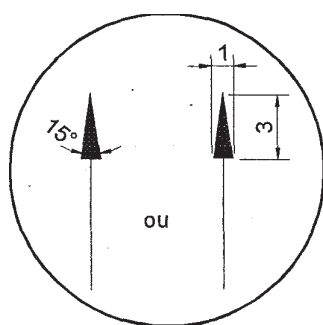
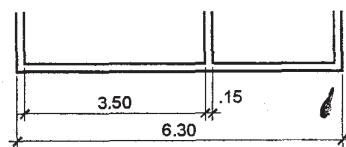
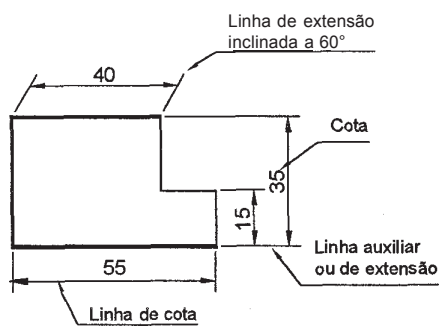
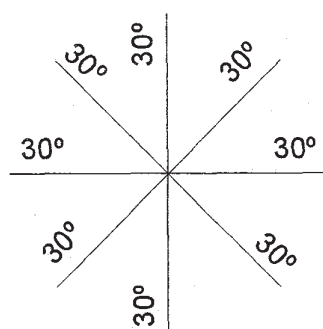
Os elementos descritos abaixo estão exemplificados na página seguinte.

> **Linha de cota** - estreita e contínua, traçada paralelamente às dimensões da peça, distando aproximadamente 7 mm do contorno do desenho.

> **Setas** - devem ser delgadas, abertas ou fechadas, e ter ângulo de 15° (ou dimensões de aproximadamente 3 mm por 1 mm).

Observação: *Há casos em que a seta é substituída por linhas oblíquas; estas devem ser feitas em traço médio e inclinação de 45°, normalmente são usadas em desenho de arquitetura.*

> **Linha auxiliar ou de extensão** - estreita e contínua, limita as linhas de cota. A linha auxiliar não pode encostar nas linhas de contorno do elemento do desenho que está sendo cotado, e deve ultrapassar um pouco as linhas de cota (± 3 mm); são perpendiculares aos elementos do desenho a que se referem, mas em casos específicos podem ser inclinadas a 60°.

> **Cotas** - são os valores numéricos que representam as medidas da peça. São escritas centralizadas e acima das linhas de cota quando na horizontal, ou centralizadas e à sua esquerda quando na vertical. A altura mínima dos algarismos deve ser de 2,5 mm.

2

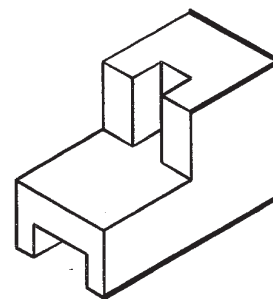
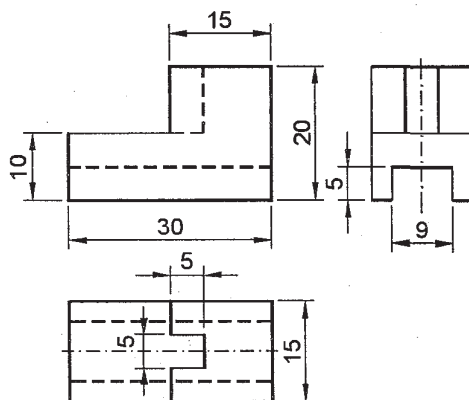
TÉCNICAS DE COTAGEM

Existem algumas regras fixas para a representação das cotas, embora seu posicionamento admita uma certa variação de acordo com as características de cada peça. Sendo assim, observe com atenção algumas regras básicas:

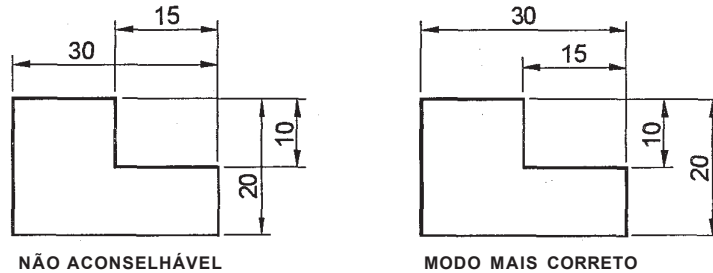
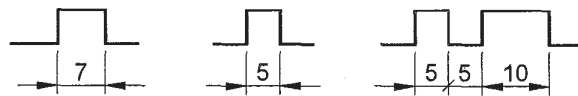
> Deve-se indicar sempre as medidas totais de uma peça (altura, largura, comprimento). Essas medidas deverão estar localizadas entre as duas vistas a que tal dimensão seja comum.

> As cotas são colocadas na vista que melhor caracteriza o detalhe a que se refere, distribuindo-as entre todas as vistas da peça.

> A cotagem deve ser feita de preferência fora da vista, sendo porém, em alguns casos, aceitável cotar-se internamente.

> Deve-se evitar cotas em arestas não visíveis, se necessário aplicando um corte ***(ver Unidade IX- CORTES).***

> Deve-se evitar que as linhas de cota interceptem as linhas representadas no desenho ou se interceptem entre si. Desta forma, as cotas maiores deverão ser colocadas por fora das menores; e a distância entre duas linhas de cota paralelas deve ser de aproximadamente 7 mm.

NÃO ACONSELHÁVEL

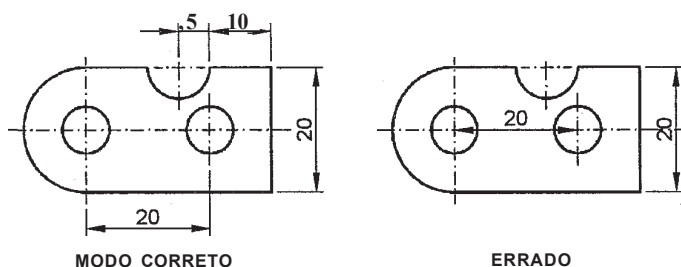
MODO MAIS CORRETO

> Quando o espaço a cotar for pequeno, as setas devem ser representadas externamente, no prolongamento da linha de cota desenhado com esta finalidade. Quando existirem duas cotas pequenas consecutivas, a seta entre elas será substituída por um traço oblíquo a 45°.

***Observação:** De maneira geral, as cotas com valor abaixo de 10 mm {Escala natural - **ver item sobre escalas)** tem as setas deslocadas para fora.*

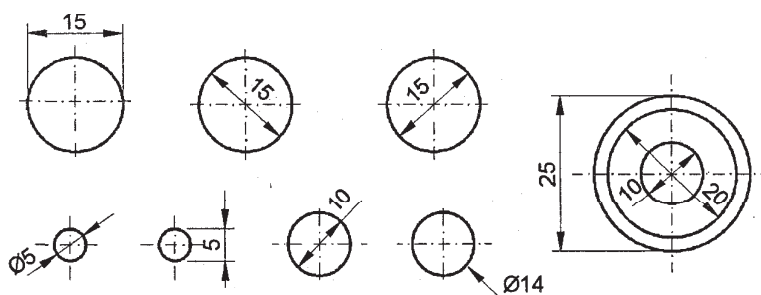
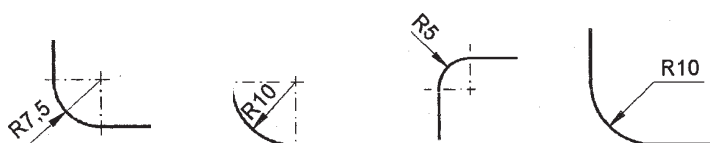
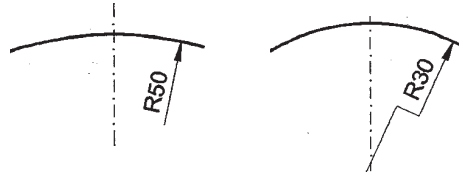
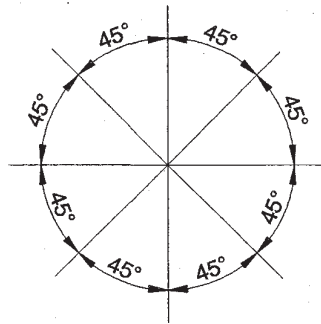
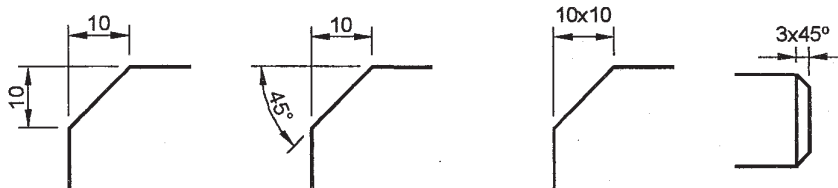
> A localização de detalhes circulares será sempre feita em função do centro.

> Linhas de centro, linhas de contorno e eixos de simetria podem ser usados como linhas de extensão, mas jamais como linhas de cota.

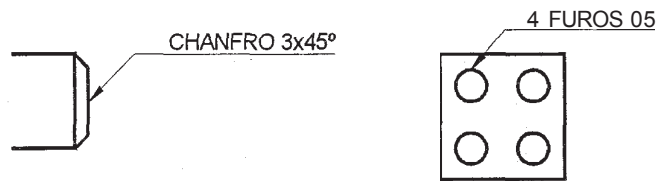
> As linhas de centro e eixos de simetria não devem interceptar a linha de cota.

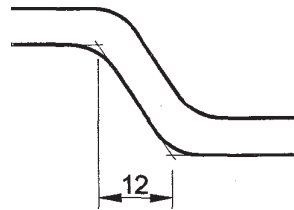
MODO CORRETO

ERRADO

> As circunferências são cotadas interna oü externamente, dependendo do espaço disponível. Quando cotada internamente, a linha de cota deverá estar inclinada a 45°.

> Na cotagem de várias circunferências concêntricas, deve-se evitar colocar mais de duas cotas passando pelo centro a fim de não dificultar a leitura do desenho.

> Os raios de arcos são cotados interna ou externamente, de acordo com o espaço disponível.

> Quando o centro de um arco de grande raio estiver localizado fora dos limites do desenho, o raio poderá ser representado por uma linha quebrada duas vezes ou apenas por um trecho do raio real (a direção da cota aponta para a localização real do centro do arco).

> Para a cotagem de ângulos, os valores deverão ser dispostos de acordo com o quadrante, em uma das formas apresentadas na figura.

> Na cotagem de peças com truncamento (corte) em bisel ou chanfrados, procede-se como um dos exemplos dados a seguir.

> Quando se utilizam indicadores de cotagem, estes deverão estar inclinados a 30°, 45° ou 60°, com a seta tocando o detalhe, escrevendo-se a notação na extensão horizontal do indicador.

CHANFRO 3x45°

4 FUROS 05

> Em algumas peças, para auxiliar a cotagem, são utilizados pontos resultantes da interseção de duas linhas de construção da peça.

12

UNIDADE VI

PERSPECTIVA

Perspectiva é o método de representação gráfica dos objetos que apresenta sua forma no modo mais próximo como são vistos. É uma representação tridimensional que fornece, através de um único desenho, a forma da peça em estudo.

A perspectiva é resultado de uma projeção, sendo assim, o centro de projeção é o olho do observador; as projetantes correspondem aos raios visuais e a projeção no plano é a perspectiva do desenho.

De acordo com isso, teremos:

> **Projeção cônica** - Perspectiva cônica ou exata.

> **Projeção cilíndrica oblíqua** - Perspectiva cavaleira.

> **Projeção cilíndrica ortogonal** - Perspectiva axonométrica. Esta última divide-se em:

- isométrica
- dimétrica
- trimétrica

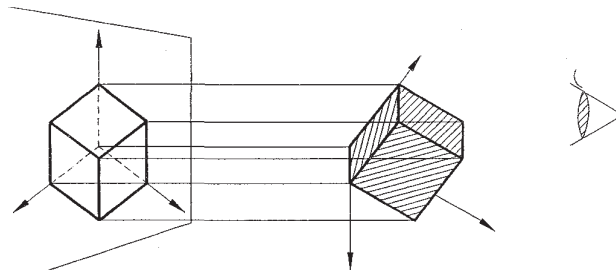
Observação: *O termo axonometria vem do grego axon (eixo) e metron (medida)*

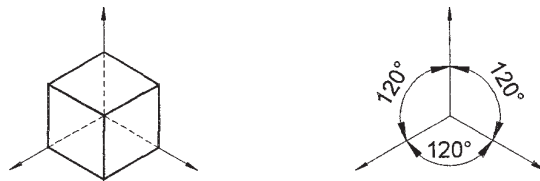
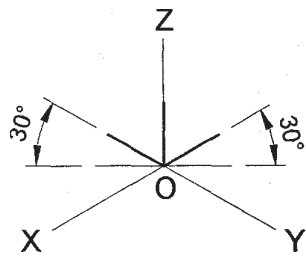
Serão examinadas em detalhes apenas a perspectiva isométrica e a perspectiva cavaleira por serem as mais utilizadas na representação de desenho técnico.

1

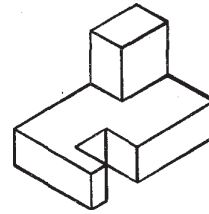
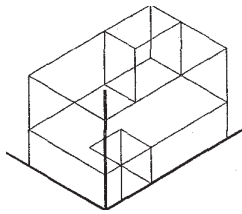
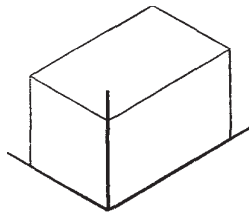
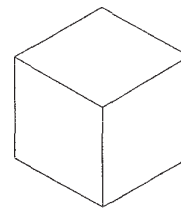
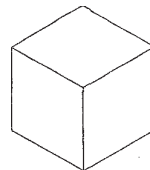
PERSPECTIVA ISOMÉTRICA

O objeto é representado de tal maneira que permite demonstrar três de suas faces, que correspondem geralmente à frontal, lateral esquerda e superior.

As três faces são ligadas entre si, num só desenho, montadas sobre três eixos, perpendiculares entre si, que servem de suporte às três dimensões (altura, largura e comprimento) e são colocados obliquamente em relação ao plano de projeção.

Na perspectiva isométrica, os três eixos no espaço estão igualmente inclinados em relação ao plano de projeção, sendo assim, os ângulos formados pelos eixos projetados são iguais a 120°.

120°
120°
120°

A posição no papel do eixo OZ e vertical (eixo das alturas) e os eixos OX (eixo dos comprimentos) e OY (eixo das larguras) formam ângulo de 30° com a reta horizontal.

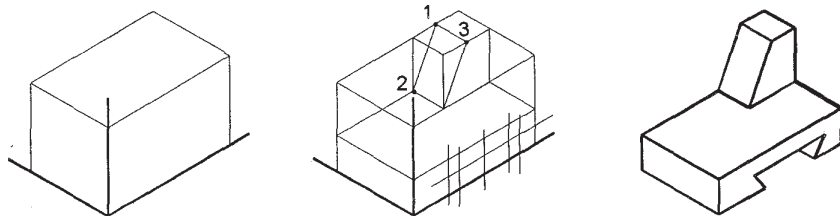
• Construção da perspectiva

A construção da perspectiva isométrica de um objeto é feita a partir de um sólido envolvente, cujas dimensões totais (altura, comprimento e largura) são medidas sobre os três eixos. Sobre este sólido, são marcados os detalhes do objeto, traçando-se retas paralelas aos três eixos.

A **representação** em perspectiva **isométrica provoca** uma pequena **deformação visual. Nas** medidas dos objetos **é aplicado um** coeficiente de **redução que corresponde** a 0,816 do **comprimento real. Para** facilitar a **execução do desenho,** abandona-se o **coeficiente de redução,** aplicando-se as **medidas em verdadeira grandeza sobre os três eixos.** Este procedimento tem **o nome** de **desenho isométrico** e é aproximadamente 20% maior do que a perspectiva isométrica.

DESENHO ISOMÉTRICO

PERSPECTIVA ISOMÉTRICA

Observação: *Apesar da denominação de desenho isométrico, muitas vezes,*

na prática , utiliza-se o termo perpectiva isométrica mesmo sem a aplicação do fator de redução.

• Linhas não isometricas

São as arestas não paralelas aos eixos axonométricos. Para o traçado de arestas não isometricas deve-se considerar o sólido envolvente como elemento auxiliar, marcando-se os pontos extremos das linhas não isometricas e unindo-os posteriormente. Os ângulos, assim como as arestas não isometricas, não são representados em verdadeira grandeza em perspectiva; para seu traçado utilizamos o mesmo recurso das arestas não isometricas, ou seja, considerar o sólido envolvente como elemento auxiliar.

No exemplo, a marcação do plano inclinado *(chanfrado)* é feita pela localização dos pontos 1 e 2, que são unidos; e, a partir de 3, é traçada uma paralela ao lado já construído. Da mesma forma é definido o recorte na parte inferior da peça.

• Perspectiva isométrica da circunferência

A perspectiva isométrica de uma circunferência é uma elipse. Como sua construção não pode ser executada por instrumentos usuais, recomenda-se a substituição da verdadeira elipse por uma oval regular *(ou falsa elipse)* de quatro centros.

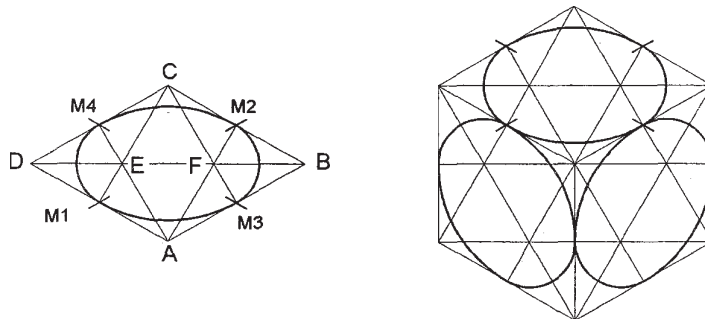
O processo consiste em:

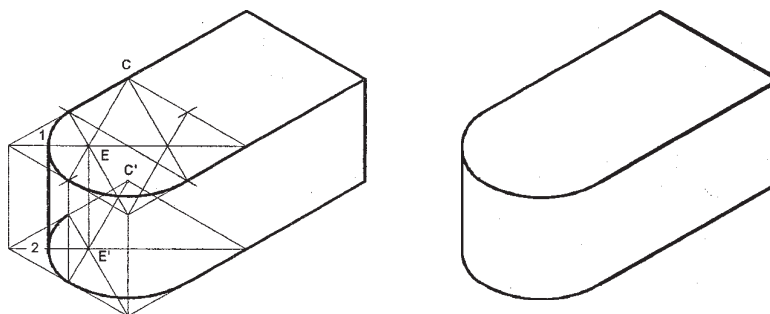
1. Construir um quadrado isométrico *(ABCD)* cujo lado é igual ao diâmetro da circunferência *(quadrado circunscrito).*

2. Determinar os pontos médios (MI, M2, M3 e M4) dos lados do quadrado, que são os pontos de tangência da falsa elipse.

3. Unir os vértices dos ângulos obtusos do quadrado isométrico aos pontos médios opostos a eles (AM2, AM4, CMI, CM3), determinando os pontos E e F.

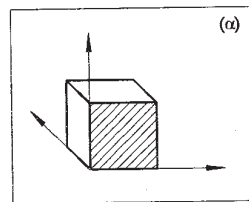
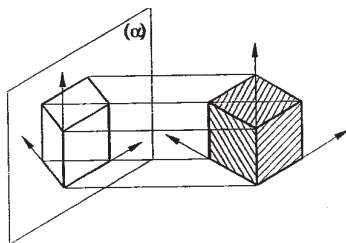
4. A partir dos vértices A e C (ângulos obtusos) traçar arcos com raio igual a AM4 (ou AM2), e CMI (ou CM3). E, a partir dos pontos E e F, traçar arcos menores com raio igual a EM4 (ou EM1), e FM2 (ou FM3).

O processo é o mesmo para as faces frontal e lateral esquerda, mudando apenas a posição do quadrado inicial. A construção de arcos de circunferência segue o mesmo processo.

Observe que para completar a perspectiva de um sólido, será necessário desenhar outra circunferência, ou arco, na face paralela e oposta à primeira, já traçada. Esta outra circunferência terá as mesmas dimensões e seus vértices serão isometricamente coincidentes, ou seja, serão ligados por linhas paralelas a um dos eixos isometricos (como a linha que liga os pontos E e E' na figura a seguir, que é paralela ao eixo vertical).

As duas circunferências em perspectiva serão ligadas por linhas que compõem faces do sólido (seriam como os lados de um cilindro); estas linhas são tangentes aos arcos que compõem a circunferência, e para definir sua posição basta ligar os pontos de interseção entre os arcos traçados e as diagonais maiores dos quadrados isometricos (pontos 1 e 2).

PERSPECTIVA CAVALEIRA

Na perspectiva cavaleira, as três faces do objeto também são montadas sobre três eixos que partem de um vértice comum, sendo que uma das faces é representada de frente, em verdadeira grandeza (V.G.)/ isto é, o objeto tem uma das faces paralela ao plano de projeção. As outras faces se projetam obliquamente (inclinadas) sob um determinado ângulo (ϕ), e sofrem com isso uma deformação em perspectiva.

(α)

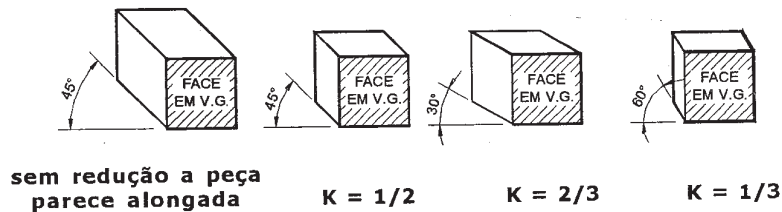
(α)

• Coeficiente de alteração

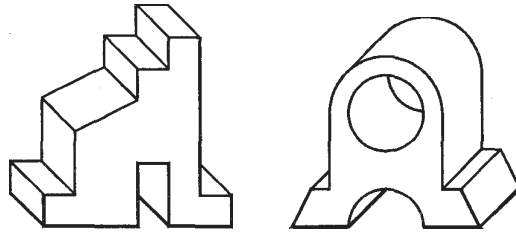
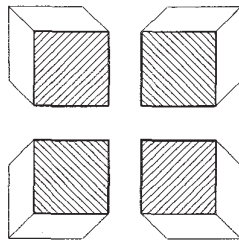
Para proporcionar uma forma agradável e reconhecível ao objeto, usa-se um coeficiente de alteração ou redução (K) no eixo das larguras, que varia de acordo com o seu ângulo de inclinação (()) que pode ser de 30°, 45° ou 60°.

45° FACE EM V.G. — sem redução a peça parece alongada

45° FACE EM V.G. — K = 1/2

30° FACE EM V.G. — K = 2/3

60° FACE EM V.G. — K = 1/3

Observação: *Na prática , a representação mais utilizada é a perspectiva cavaleira a 45 º , devido a facilidade de excução .*

A principal vantagem do emprego da perspectiva cavaleira está na representação de objetos cuja face frontal contém detalhes circulares ou irregulares que aparecerão em verdadeira grandeza, como mostram os dois exemplos a seguir.

Seu uso não é recomendado para objetos com detalhes circulares nas faces que não estão em V.G., uma vez que não há método exato para traçado de circunferências em perspectiva cavaleira.

A posição do terceiro eixo determina quais faces do sólido serão representadas na perspectiva; em geral, são usadas as duas primeiras posições mostradas na figura ao lado, que apresentam a face superior do sólido.

UNIDADE VII

ESCALAS NUMÉRICAS

O desenho de um objeto, em geral, não pode ser executado e
tamanho natural; em muitos casos o objeto é grande ou peque
demais. A escala permite aumentar, diminuir ou manter o tamanho
objeto no desenho de acordo com cada situação.

A escala nada mais é que uma *razão de semelhança* entre
medidas do desenho e as medidas reais do objeto, derivada
expressão $d/0=K$, onde:

d = medida gráfica (desenho)

O = medida natural (objeto)

K = razão ("Título da Escala")

1

TIPOS DE ESCALA

Uma escala pode ser:

> **Natural** - as medidas do desenho e do objeto são iguais, é a escala 1/1 (uma unidade do desenho corresponde a uma unidade do objeto).

> **De redução** - as medidas do desenho são menores que as do objeto, é a escala I/X.

Ex.: escala 1/2 - uma unidade do desenho corresponde a duas unidades do objeto.

> **De ampliação** - as medidas do desenho são maiores que as do objeto, é a escala X/I.

Ex.: escala 2/1 - duas unidades do desenho correspondem a uma unidade do objeto.

A nomenclatura da escala é lida como 1 *para* 1, 1 *para* X ou X *para 1.*

A expressão d/0=K pode ser aplicada em três problemas básicos:

• Dados o título da escala (K) e a medida natural (O): K= 1/100 e 0=8m.

d/0=K -> d/8=l/100 -> d=0,08m ou d=8cm.

Logo, o desenho de um objeto com dimensão de 8 m na escala 1/100 mede 8 cm.

• Dados o título da escala (K) e a medida gráfica (d): K=2/l e d=8cm.

d/0=K -> 8/0=2/1 -> 0=4cm.

Logo, a dimensão real de um objeto desenhado com 8 cm na escala 2/1, é de 4 cm.

• Dadas a medida gráfica (d) e a medida natural (O): d=16cm e 0=8m.
d/0=K -> K=16cm / 800cm -> K=I/50.

Logo, o título da escala que corresponde a uma relação de 16 cm no desenho e 8 m do objeto real será 1/50.

Outro exemplo: d=15cm e 0=3cm.
d/0=K -> K=15/3 -> K=5/1.

Logo, o título da escala que corresponde a uma relação de 15 cm no desenho e 3 cm do objeto real será 5/1.

2

ESCALAS RECOMENDADAS

A ABNT recomenda as seguintes escalas:

> De redução: 1/2, 1/5, 1/10, 1/20, 1/50,1/100, 1/200,1/500, 1/1000,1/2000, 1/5000,1/10000.

> **De ampliação:** 2/1, 5/1,10/1,20/1,50/1.

Observações gerais:

• Ao se executar um desenho , a escala utilizada deverá ser sempre indicada na legenda, no espaço destinado para tal. Existindo desenhos em diferentes escala, estas deverão vir indicadas abaixo e a direita de cada um; a escala que predomina é indicada na legenda.

• As dimensões a serem usadas na cotage, serão sempre as dimensões reais do objeot, mesmo quando este estiver em escala, e não as correspondentes ao desenho.

• Os ângulos não sofrem redução ou ampliação em sua abertura, independentemente da escala utilizada no desenho.

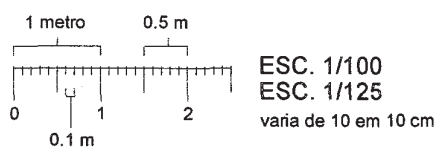
3

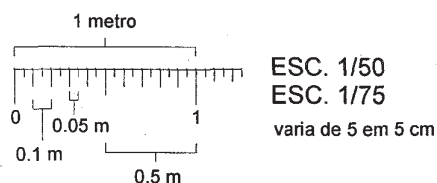
ESCALIMETRO

E um instrumento de medição linear, em forma de prisma triangular, contendo em cada face duas graduações (ao todo serão seis), Estas graduações correspondem a diferentes escalas numéricas, todas de **redução,** indicadas por seu título. A principal vantagem desse instrumento para o desenhista está na economia de tempo no cálculo das dimensões do desenho.

Observação: *Os escalimetros e as régua graduadas devem ser usadas exclusivamente para medição, para o traçada o traçado usam as réguas não graduadas ou os esquadros .*

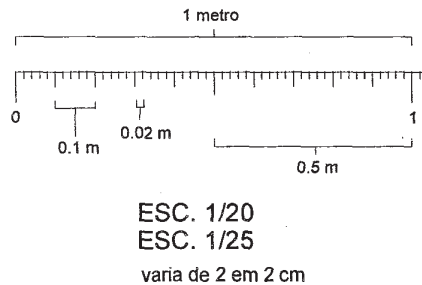
No escalímetro, todas as graduações são feitas utilizando como **unidade de medida** o **metro** e aplicando a respectiva redução. Para o escalímetro nº 1, o mais usado, teremos:

1 metro
0.5 m
0 1 2
0.1 m
ESC. 1/100
ESC. 1/125
varia de 10 em 10 cm

> Escala 1/100 (e 1/125), 1 metro reduzido 100 (ou 125) vezes, com 10 subdivisões que correspondem a 10 centímetros cada.

1 metro
0 0.05 m 1
0.1 m
0.5 m
ESC. 1/50
ESC. 1/75
varia de 5 em 5 cm

> Escala 1/50 (e 1/75), 1 metro reduzido 50 (ou 75) vezes, com 10 subdivisões que correspondem a 10 centímetros, e cada uma delas bipartida, resultando em divisões de 5 cm.

1 metro

0 0.1 m 0.02 m 1 0.5 m

ESC. 1/20
ESC. 1/25
varia de 2 em 2 cm

> Escala 1/20 (e 1/25), 1 metro reduzido 20 (ou 25) vezes, com 10 subdivisões que correspondem a 10 centímetros/divididas em cinco partes cada, resultando em divisões de 2 cm.

O Escalímetro pode ser usado para **outras escalas** além das seis de redução indicadas por seus títulos. Por exemplo:

• Para utilizar a escala 1/10 utilizamos o título 1/100; a relação entre as duas escalas será:

1/10 = 10 x 1/100, logo a medida representativa do metro na escala 1/10 será 10 vezes maior que a mesma medida na 1/100, e todas as suas subdivisões igualmente.

1 metro

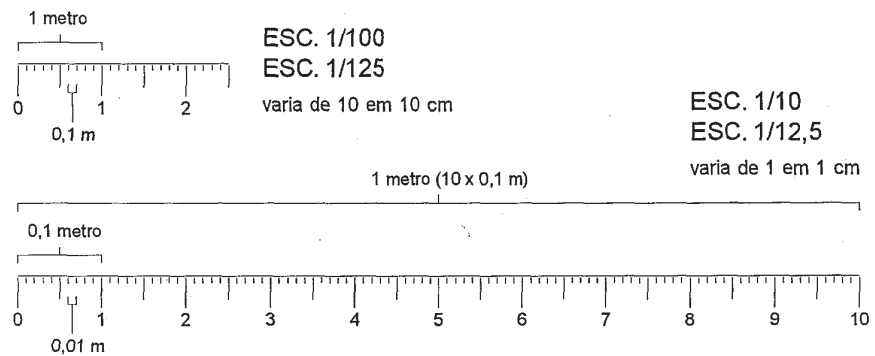
0 1 2 0,1 m

ESC. 1/100
ESC. 1/125
varia de 10 em 10 cm

ESC. 1/10
ESC. 1/12,5
varia de 1 em 1 cm

1 metro (10 x 0,1 m)

0,1 metro

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

0,01 m

Portanto, para utilizarmos a escala 1/100 adaptando-a para **1/10,** basta considerarmos cada unidade (distância entre 0 e 1) como 10 vezes menor:

1 m/ 10 = 0,1 m (10 cm).

Para a escala 1/1, devemos considerar cada unidade (distância entre 0 e 1) como 100 vezes menor:

1 m/100 = 0,01 m (1 cm).

Observação: *A escala 1/100 é usada também como escala natural devido à coincidência entre estes valores (1 metro correspondendo a 1 centímetro)*

Procede-se da mesma forma para as demais escalas.

Existe, no entanto uma forma de raciocínio mais simples:

• **Escala 1/10** - como se transforma o *número* 100 no *número* 10?

dividindo por 10, logo todas as graduações serão também divididas por 10;

o que valia lm (distância de 0 a 1) passa a valer 0,10 m,

o que valia 0,10 m passa a valer 0,01 m etc.

• **Escala 1/5** - como se transforma o *número* 50 no *número* 5?

dividindo por 10, logo todas as graduações serão também divididas por 10;

o que valia lm (distância de 0 a 1) passa a valer 0,10 m,

o que valia 0,10 m passa a valer 0,01 m,

o que valia 0,05 m passa a valer 0,005 m etc.

• **Escala 1/200** - como se transforma o *número* 20 no *número* 200?

multiplicando por 10, logo todas as graduações serão também multiplicadas por 10; o que valia lm (distância de 0 a 1) passa a valer 10 m,

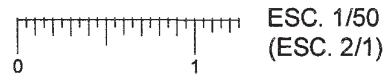
o que valia 0,10 m passa a valer 1 m,

o que valia 0,02 m passa a valer 0,2 m etc.

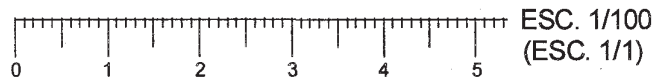
O uso do escalímetro com **escalas de ampliação** também é possível.

Comparando as duas graduações simplificadas a seguir, percebe-se que as unidades (distância de 0 a 1) na escala 1/50 são o dobro das que aparecem na de 1/100, logo, ao se utilizar a primeira como a escala natural 1/1, a segunda representará escala de ampliação 2/1.

0 1 2 ESC. 1/100 (ESC. 1/1)

0 1 ESC. 1/50 (ESC. 2/1)

Do mesmo modo, para a escala de 5/1 usa-se a de 1/20.

0 1 2 3 4 5 ESC. 1/100 (ESC. 1/1)

0 1 ESC. 1/20 (ESC. 5/1)

Observação: *Deve-se prestar bastante atenção na unidade que está sendo utilizada nas diferentes escalas. Na escaia l/l a unidade é o centímetro, na escala 1/100, que utiliza a mesma graduação do escalímetro, a unidade é o metro. Nas escalas de ampliação, tomadas em comparação com a escala 1/1, a unidade será também o centímetro.*

UNIDADE VIII

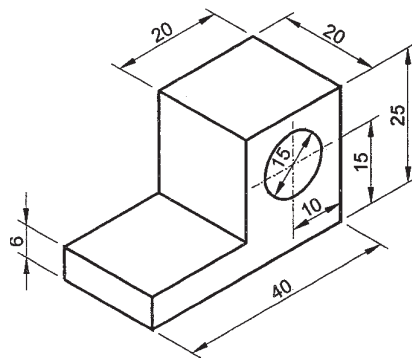
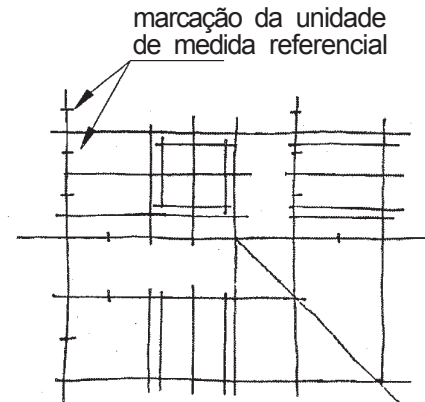
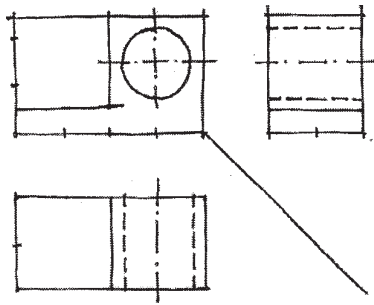
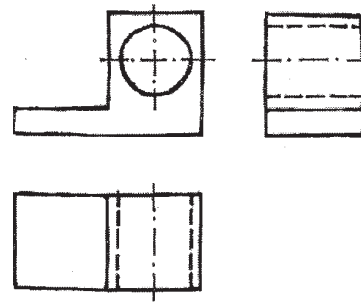
DESENHO EM ESBOÇO

O esboço é um estudo ou desenvolvimento de um desenho, onde são trabalhadas as dúvidas e as considerações necessárias, tanto de sua forma quanto da cotagem, para execução posterior do desenho definitivo. É executado à mão-livre, utilizando lápis ou lapiseira de grafite macio, borracha e papel; o instrumental é usado apenas para o desenho definitivo.

ESBOÇO DAS VISTAS ORTOGRÁFICAS PRINCIPAIS

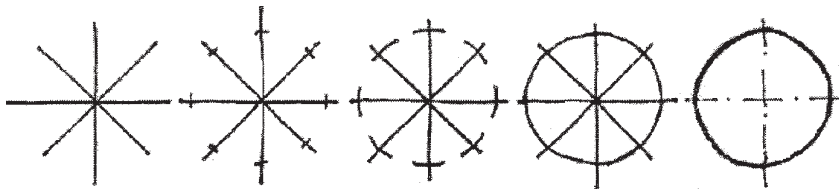
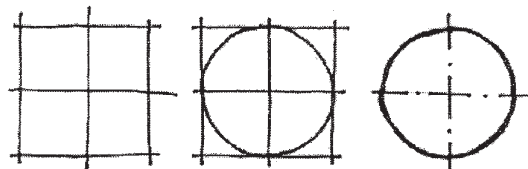
O esboço deverá respeitar a proporção da peça e ser executado em traço firme e uniforme.

Para a representação das vistas ortográficas principais de uma peça em esboço a partir de sua perspectiva cotada, deve-se primeiramente considerar as dimensões totais de cada vista, delimitando seu espaço através de linhas estreitas e claras, que possam ser eliminadas ao final do trabalho se for necessário.

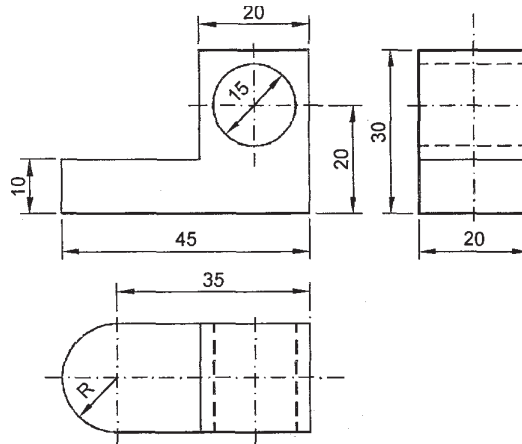
Antes de delimitar, é recomendado prefixar uma unidade de medida referencial, para que o esboço fique todo proporcional.

SÓLIDO EM PERSPECTIVA

CONTORNO DAS VISTAS E DETALHES PRINCIPAIS

APAGAR ALGUMAS LINHAS AUXILIARES E VERIFICAR OS DETALHES

APAGAR TODAS AS LINHAS AUXILIARES E REFORÇAR AS VISTAS

Observação: *O esboço deverá respeitar a proporcionalidade entro as dimensões a fim de fornecer uma idéia da peça mais próxima da realidade.*

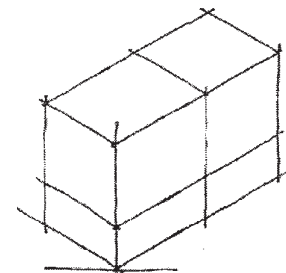
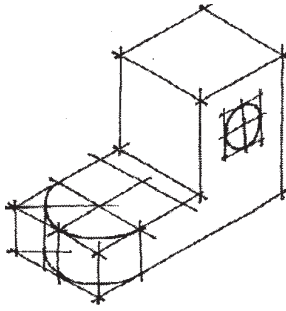
Para a execução de esboço de detalhes circulares, deve-se proceder como em um dos exemplos a seguir:

Exemplo 1:

Exemplo 2:

2

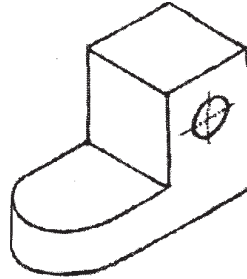
ESBOÇO DE PERSPECTIVA ISOMÉTRICA

Para representar a perspectiva isométrica, em esboço, de um objeto a partir de suas três vistas ortográficas cotadas, deve-se seguir o roteiro descrito a seguir.

Definir a posição dos três eixos; a marcação dos ângulos é feita sem o uso de instrumentos, com cuidado para ficar o mais próximo possível dos 30°.

Sobre os três eixos isométricos, marcam-se as medidas relativas ao comprimento, largura e altura totais da peça. Convém, nesse caso, também usar uma unidade de medida referencial, para que o esboço fique proporcional.

A partir dessas marcações, temos o sólido envolvente, que servirá como referencial para obtermos os detalhes que compõem o objeto.

Através de linhas paralelas aos três eixos isométricos, e tendo o sólido envolvente como referencial, aos poucos vão se definindo os detalhes do objeto.

Ao final, verificar se cada detalhe está corretamente representado para poder eliminar as linhas de construção e reforçar o desenho.

Após a verificação de todos os detalhes, apagar as linhas auxiliares e reforçar a perspectiva.

Observações gerais:

• O procedimento para traçar elementos circulares em perspectiva isométrica é semelhanze ao da execução com instrumentos.

• É importante lembrar que para a perspectiva em esboço não ficar deformada, é necessário observar o paralelismo aos eixos isométricos através da comparação.

UNIDADE IX

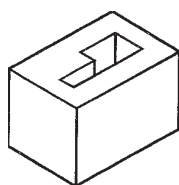
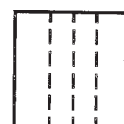
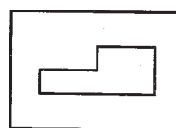
CORTES

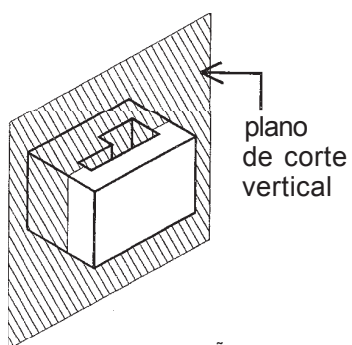
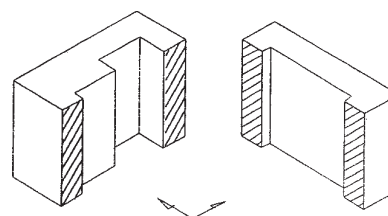
Quando um sólido possui elementos internos que não ficam bem identificados pelas vistas, são realizados CORTES.

Estes são representações em projeção, semelhantes às vistas, nos quais se considera que o sólido foi interceptado por um plano chamado PLANO DE CORTE.

O plano de corte divide o sólido em duas partes e é posicionado de forma a apresentar os detalhes internos mais importantes, pode ser ainda horizontal ou vertical.

CORTE PLENO OU TOTAL

O corte pleno ou total é resultado da interseção entre o plano de corte e o sólido, seja de forma longitudinal ou transversal.

PERSPECTIVA

REPRESENTAÇÃO EM TRÊS VISTAS

plano
de corte
vertical

OPERAÇÃO DE CORTE

SÓLIDO CORTADO
LONGITUDINALMENTE

Os cortes devem apresentar algumas informações e simboiogias de representação, como:

hachura de material nas partes do sólido que são interceptadas pelo plano de corte (partes não vazias)

nome do corte

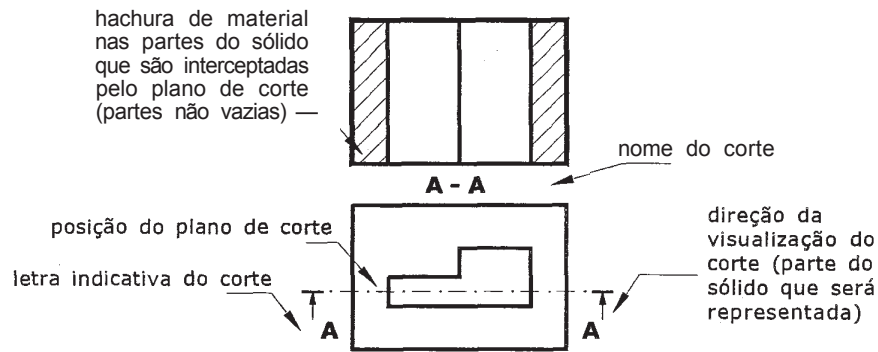
A - A

posição do plano de corte

letra indicativa do corte

direção da visualização do corte (parte do sólido que será representada)

A

A

A indicação do corte é feita, então, em uma das vistas através de uma seta indicativa de direção com o nome do corte. Este nome é dado por uma letra maiúscula, iniciando sempre com a letra A.

A seguir, mais dois exemplos de corte pleno ou total.

SÓLIDO CORTADO TRANSVERSALM ENTE

plano de corte vertical

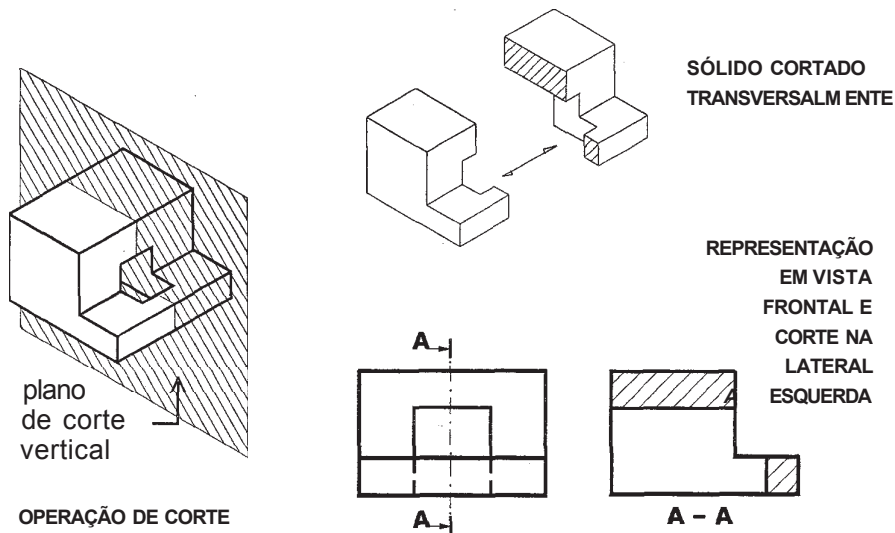
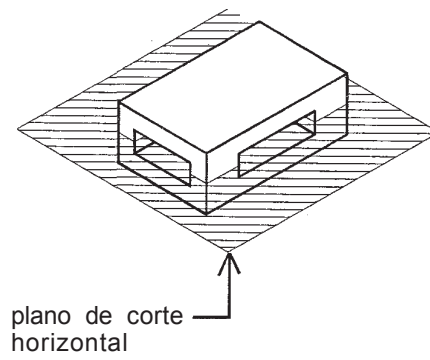
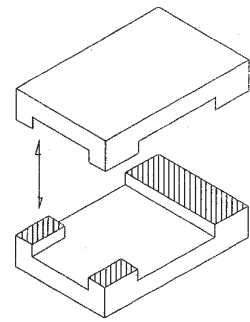
OPERAÇÃO DE CORTE

A

A

REPRESENTAÇÃO EM VISTA FRONTAL E CORTE NA LATERAL ESQUERDA

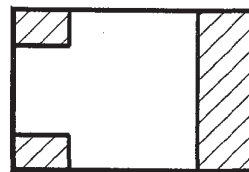
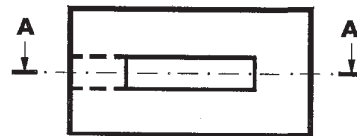
A – A

plano de corte
horizontal

ɔ DE CORTE

SÓLIDO CORTADO
LONGITUDINALMENTE

A

A

A - A

REPRESENTAÇÃO
EM VISTA FRONTAL
E CORTE NA SUPERIOR

2

CORTE EM DESVIO

Os cortes podem ser realizados em desvio, através da utilização de mais de um plano de corte. Lembre-se que a posição dos planos de corte é definida pelos detalhes do sólido que devem ser interceptados por estes planos.

• Planos de corte paralelos

desvio do plano de corte

SÓLIDO CORTADO

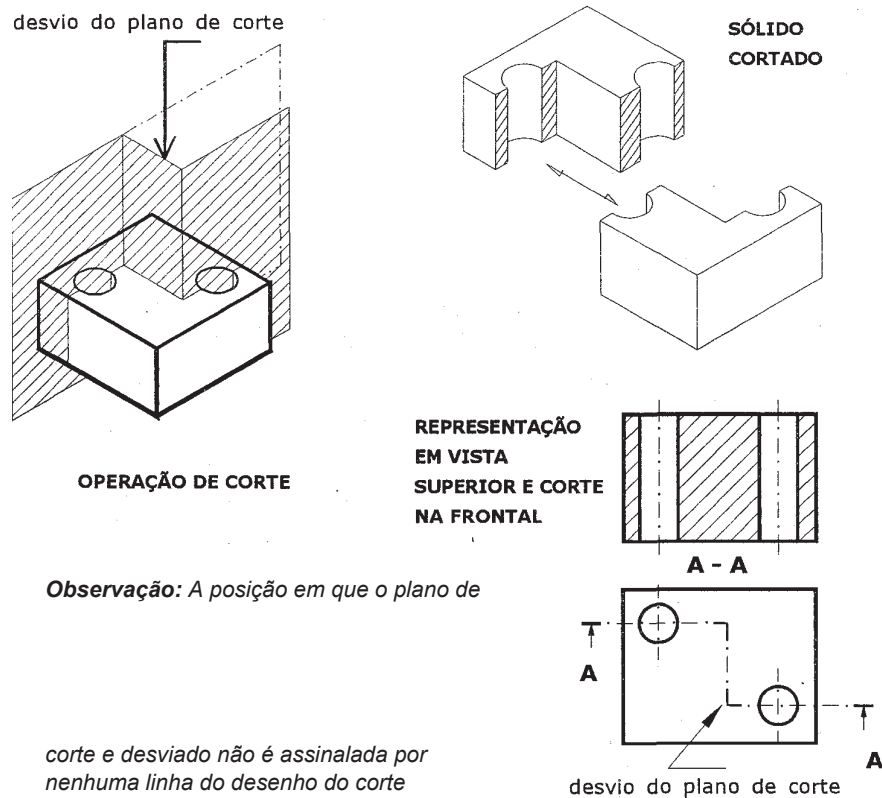
OPERAÇÃO DE CORTE

REPRESENTAÇÃO EM VISTA SUPERIOR E CORTE NA FRONTAL

A - A

A

A

desvio do plano de corte

Observação: *A posição em que o plano de corte e desviado não é assinalada por nenhuma linha do desenho do corte (corte A-A); o solido é contínuo, não existe uma aresta correspondente em sua parte interna (com exceção dos furos ou recortes).*

• Planos de corte concorrentes

desvio do plano de corte

OPERAÇÃO DE CORTE

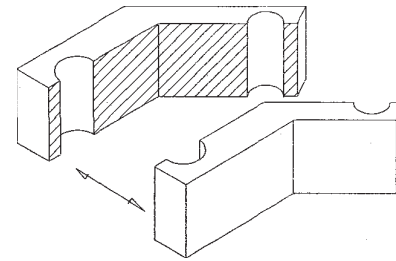
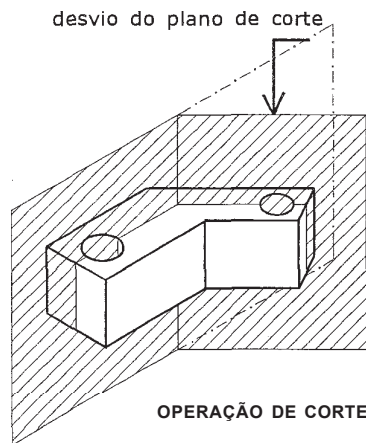
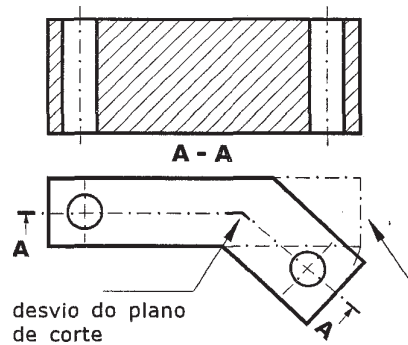
SÓLIDO CORTADO

REPRESENTAÇAO EM
VISTA SUPERIOR
E CORTE NA FRONTAL

A - A

A

A

desvio do plano
de corte

Observação- No *corte, considera-se o comprimento real da peça, sem*

considerar e redução devida à inclinação da face oblíqua em relação ao plano de projeção .

comprimento real do sólido
na posição do corte

3

MEIO-CORTE

O meio-corte é aplicado em peças simétricas, de modo a simplificar sua representação e, ainda, permitir mostrar detalhes internos e externos do sólido em um único desenho. É semelhante ao corte total, mas só corta parte do sólido, a outra parte é representada em vista, com omissão das arestas não visíveis.

OPERAÇÃO DE CORTE

plano de corte intercepta apenas 1/4 do sólido

SÓLIDO CORTADO

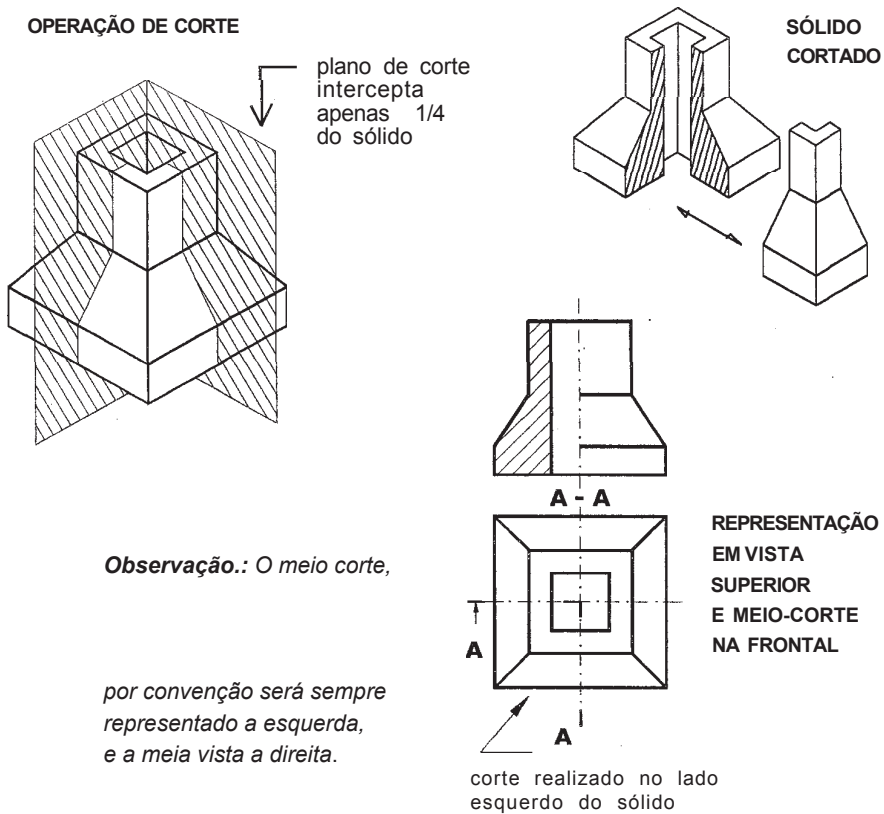
A - A

REPRESENTAÇÃO EM VISTA SUPERIOR E MEIO-CORTE NA FRONTAL

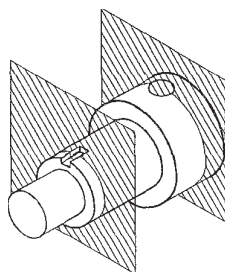
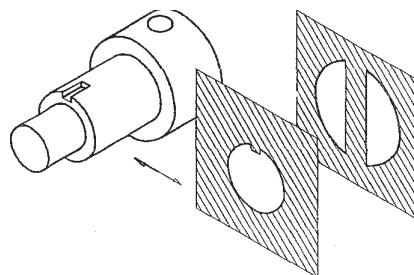
A

A

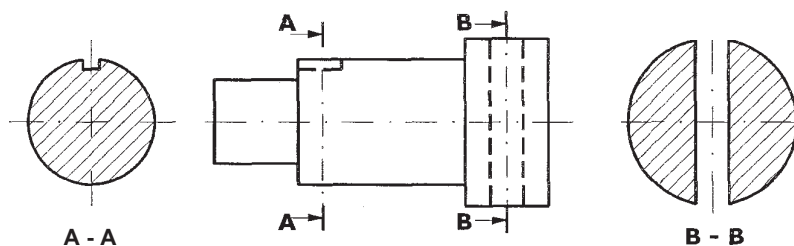
corte realizado no lado esquerdo do sólido

Observação.: *O meio corte, por convenção será sempre representado a esquerda, e a meia vista a direita.*

4

SECÇAO

A secção é um corte feito em qualquer posição do sólido, e corresponde à retirada de uma "fatia" que representa seu perfil transversal.

OPERAÇÃO DE CORTE

RETIRADA DAS FATIAS

A - A

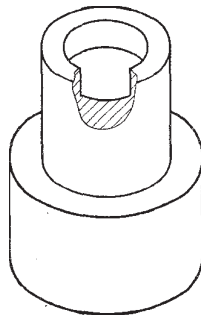
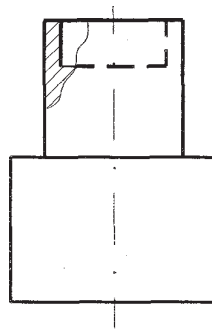
B - B

REPRESENTAÇÃO EM VISTA ÚNICA E DUAS SECÇÕES

Pode-se realizar quantas secções forem necessárias à perfeita compreensão do sólido.

Na secção representa-se apenas a parte do sólido que é interceptada pelo plano de corte, omitindo-se os detalhes além do plano de corte, sejam visíveis ou não.

5

CORTE PARCIAL

O corte parcial é realizado em apenas uma pequena extensão do objeto, como uma "mordida" dada no sólido, para mostrar um detalhe pequeno que não justificaria a escolha de outro tipo de corte.

OPERAÇÃO DE CORTE

REPRESENTAÇÃO EM VISTA ÚNICA COM CORTE PARCIAL

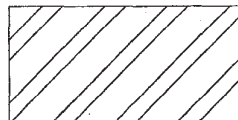
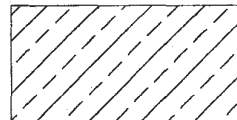
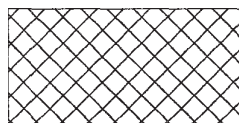
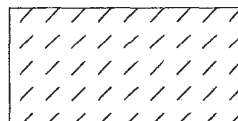
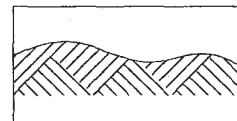
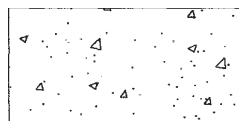
No exemplo, a única forma de cotar o detalhe é através de um corte, uma vez que não se deve cotar arestas não visíveis; mas o sólido não justifica um outro tipo de corte, por sua simplicidade.

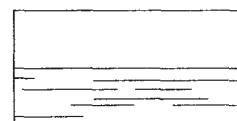
Observação: *O corte parcial e sempre limitado por uma linha de ruptura, irregular e em traço estreito.*

6

HACHURAS

As hachuras são representações convencionais dos materiais usados na produção ou construção de objetos; em geral, representadas apenas nos cortes. São definidas pela ABNT para diversos materiais, a seguir são mostrados alguns deles.

GERAL / FERRO

AÇO

COBRE / BRONZE / LATÃO / DERIVADOS

OUTROS METAIS

VIDRO / CERÂMICAS / MÁRMORE / GRANITO EM CORTE

ATERRO / SOLOS EM GERAL

CONCRETO EM CORTE

MADEIRA EM CORTE

LÍQUIDOS

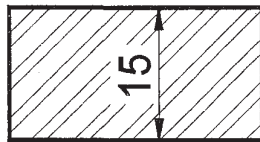
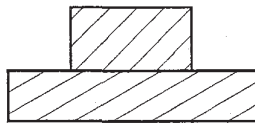
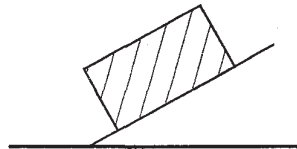
Devem respeitar as seguintes recomendações gerais:

> Sempre em traço estreito.

> Desenhadas com os instrumentos de desenho (com exceções, como as de **madeira** e **concreto,** que são realizadas à mão livre).

> Espaçamento e direção do ângulo de inclinação uniformes em um mesmo desenho ou objeto, com ângulo de 45° em relação às linhas de contorno principais do objeto.

> No desenho do corte de peças adjacentes, pode-se alterar o valor do ângulo de modo a diferenciá-las (normalmente para 30°).

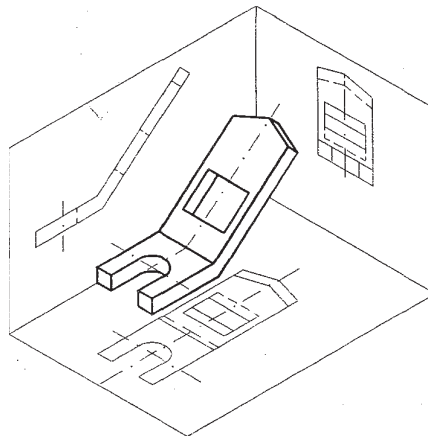
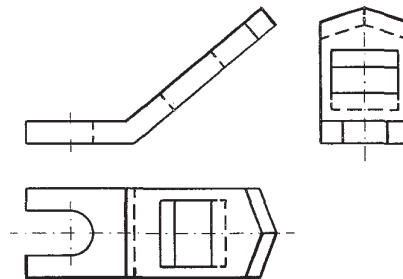
> A linha da hachura deve ser interrompida para escrever texto ou cota no interior de peça hachurada.

UNIDADE X

VISTAS ESPECIAIS

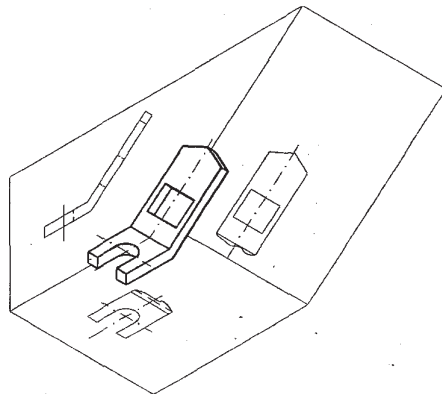
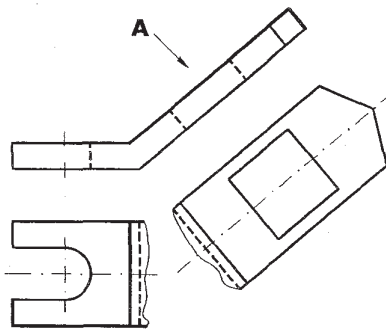
Uma peça, devido a peculiaridade de sua forma, ao ser representada em projeção poderá requerer um modo diferente de apresentação que melhor a caracterize.

1

VISTA AUXILIAR

Quando uma das faces ou um detalhe da peça não apresenta verdadeira grandeza em projeção, utiliza-se um plano de projeção auxiliar, paralelo à face oblíqua ou ao detalhe da peça, resultando assim em uma **vista auxiliar**.

PROJEÇÃO DO SÓLIDO NO Iº DIEDRO

VISTAS ORTOGRÁFICAS PRINCIPAIS

Observe que com a projeção ortogonal, as vistas superior e lateral apresentam deformações que dificultam a interpretação dos detalhes da peça.

Com um plano auxiliar de projeção paralelo ao detalhe, obtém-se a verdadeira grandeza da face oblíqua da peça em questão.

PROJEÇÃO DO SÓLIDO NO Iª DIEDRO

VISTAS ORTOGRÁFICAS PRINCIPAIS E VISTA AUXILIAR

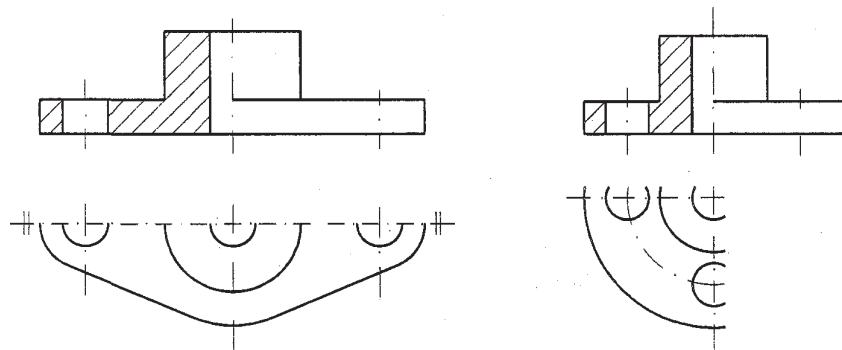
Os detalhes que não apresentam verdadeira grandeza podem ser suprimidos por não oferecerem nenhuma informação relevante para a compreensão da peça. Esta supressão é indicada através da interrupção da vista com uma linha irregular em traço estreito.

As vistas com detalhes suprimidos são denominadas como parciais.

2

VISTAS DE PEÇAS SIMÉTRICAS

As vistas de uma peça simétrica podem ser representadas apenas em parte, desde que esta contenha todos os detalhes que possibilitam a perfeita interpretação do sólido.

Podem ser representadas pela metade, quando a linha de simetria dividir a vista em duas partes idênticas, ou pela quarta parte, quando as linhas de simetria dividirem a vista em quatro partes iguais.

A representação da simetria pode ser feita de duas formas:

> As linhas de simetria da vista passam a receber dois traços curtos nas suas extremidades, perpendiculares a elas.

> As linhas da peça *(arestas)* são traçadas um pouco além das linhas de simetria, indicando que continuam naquela direção.

UNIDADE XI

EXERCÍCIOS

1) Executar em esboço as vistas ortográficas principais das peças dadas em perspectiva, respeitando as proporções.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

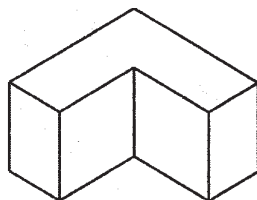
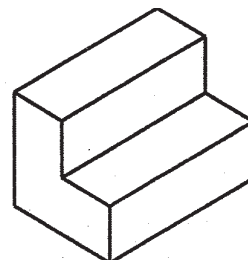
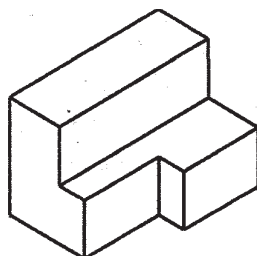
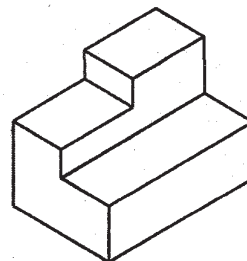
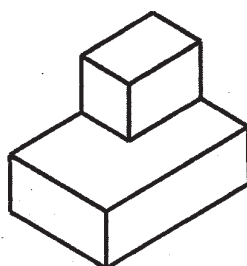
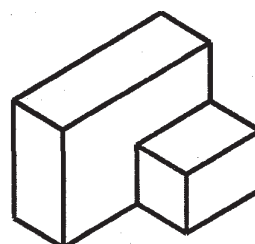
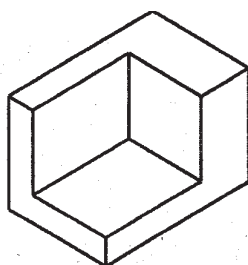
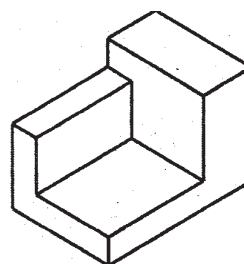
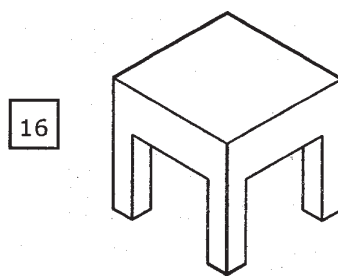
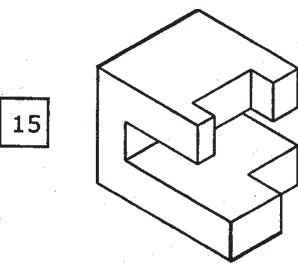
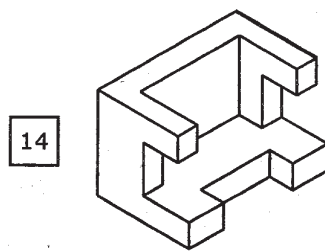
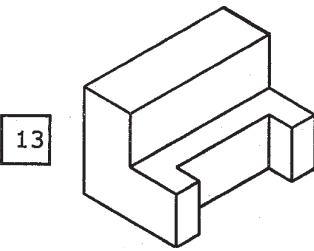
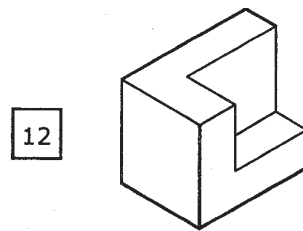
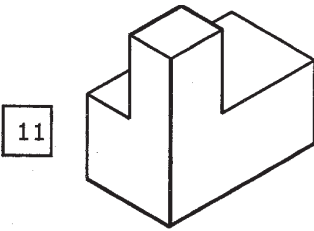
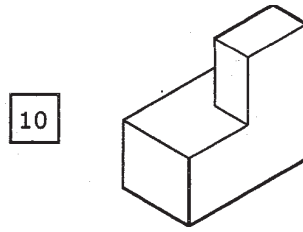
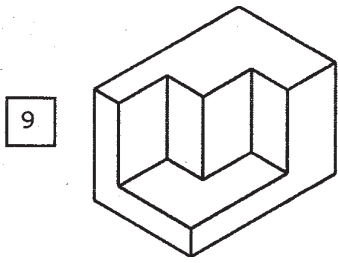
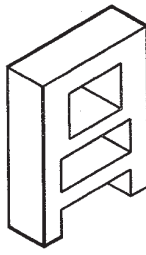
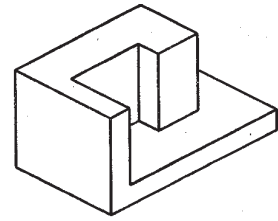
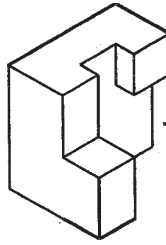
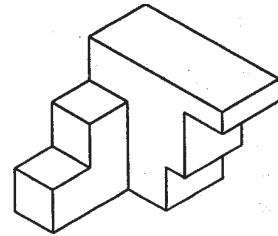
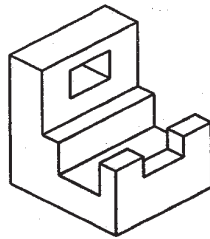
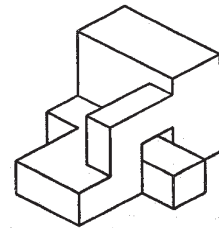
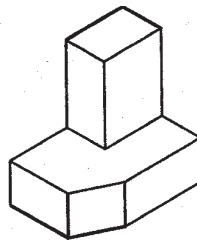
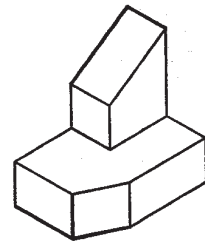
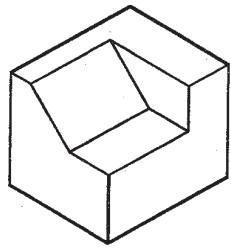
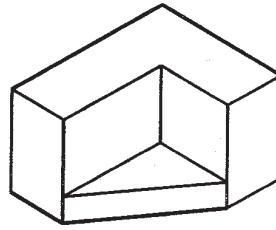
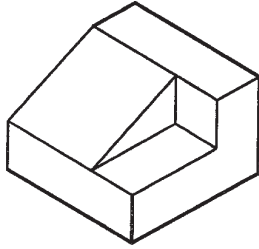
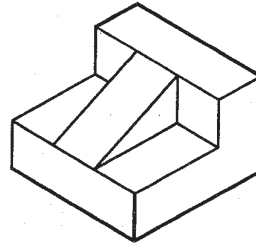
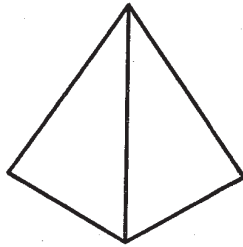
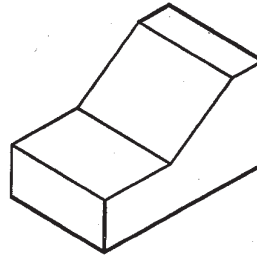
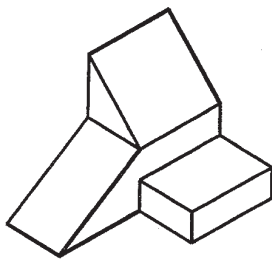
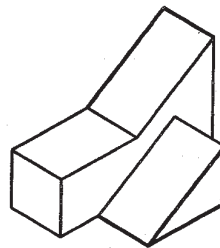
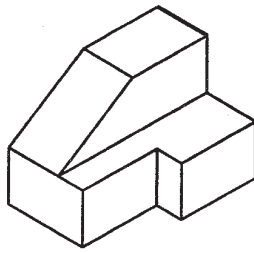
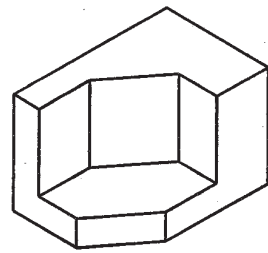
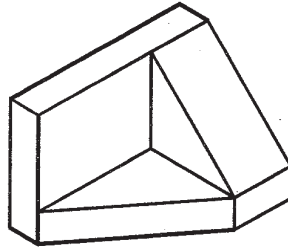
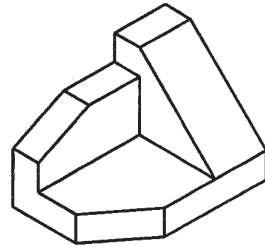
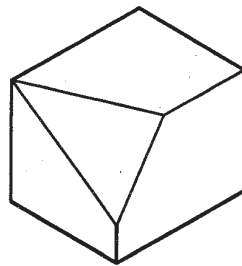
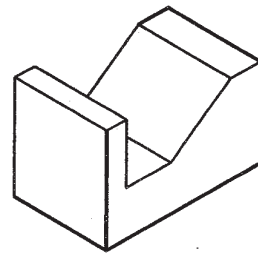
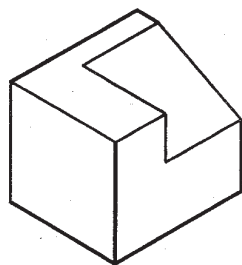
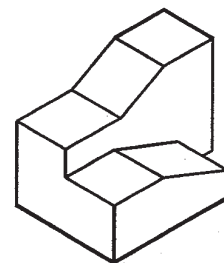
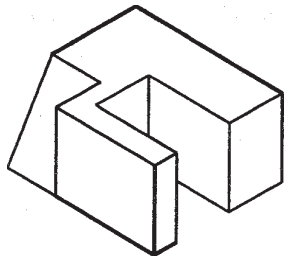
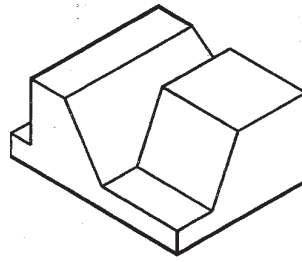
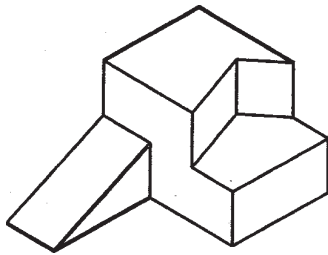
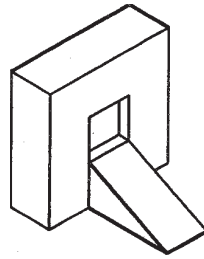
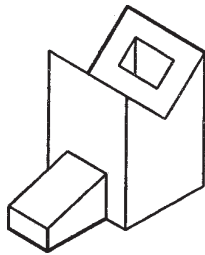
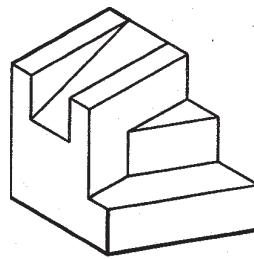
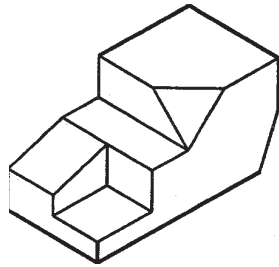
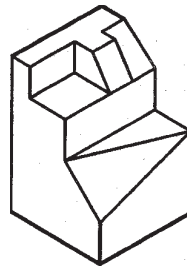
11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

2) Executar as vistas ortográficas principais das peças dadas em perspectiva, utilizando o instrumental.

7

8

9

10

11

12

13

14

3) Executar as vistas ortográficas principais das peças dadas e perspectiva nas escalas indicadas .

1

COTAS EM mm
ESCALA 1 / 2

2

COTAS EM mm
ESCALA 2 / 1

3

COTAS EM mm
ESCALA 1 / 5

4

COTAS EM mm
ESCALA 5 / 1

5

COTAS EM Cm
ESCALA 1 / 2 0

6

COTAS EM ITI
ESCALA 1 / 5 0

4) Executar em esboço as vistas ortográficas principais das peças dadas em perspectiva, respeitando as proporções.

1

2

6

7

8

9

10

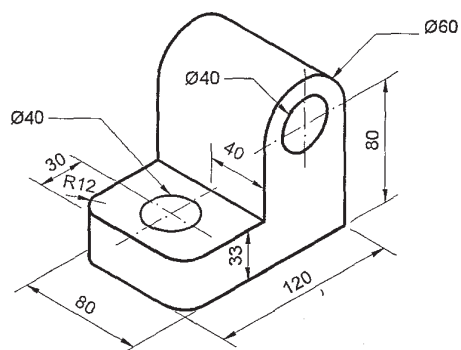
11

12

13

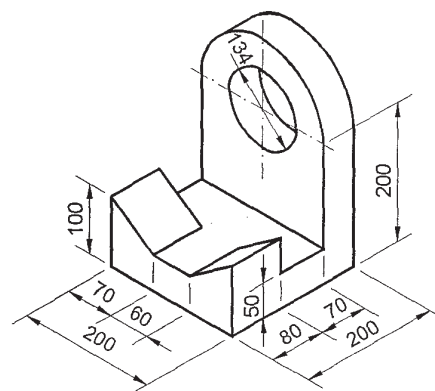
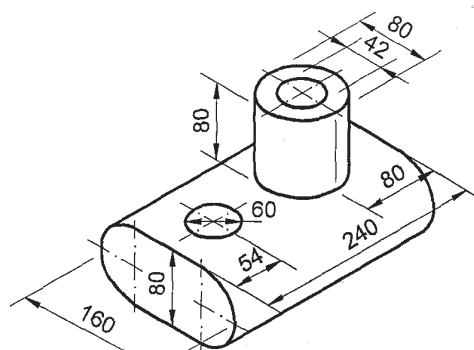
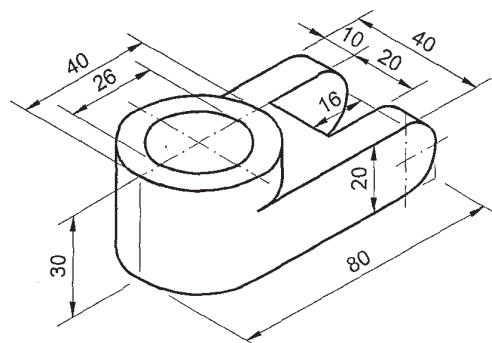
14

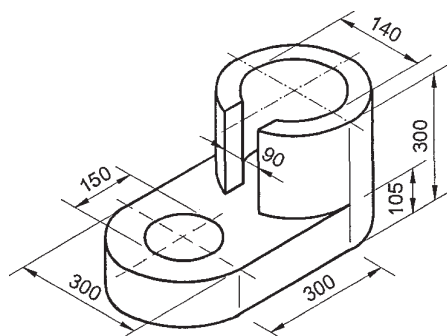
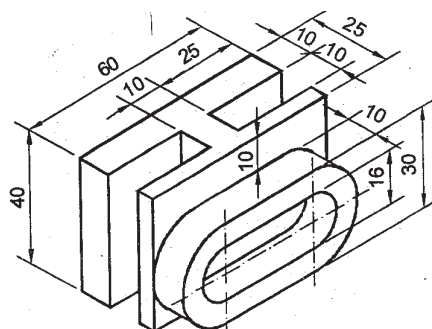
5) Executar as vistas ortográficas principais das peças dadas em perspectiva, utilizando o instrumental.

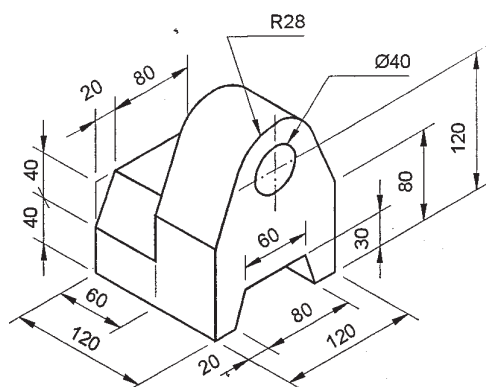
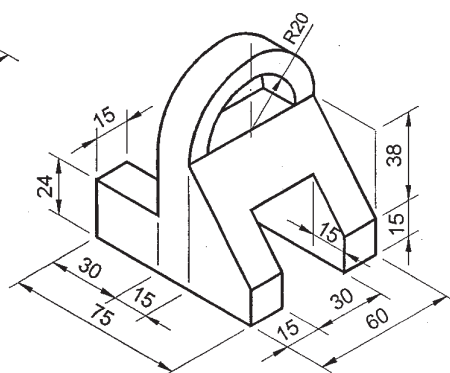
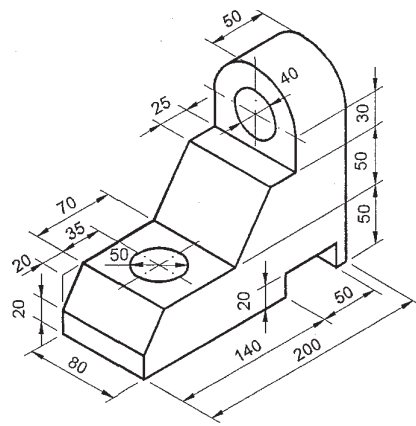
1

COTAS EM mm
ESCALA 2/1

2

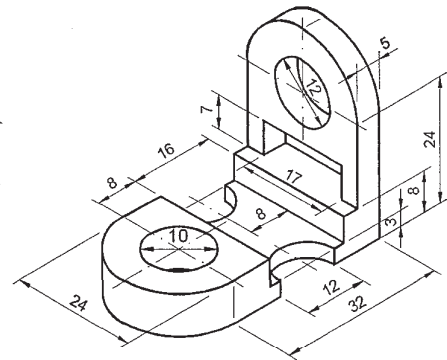
COTAS EM mm
ESCALA 2/1

3

COTAS EM mm
ESCALA 1/2.5

4

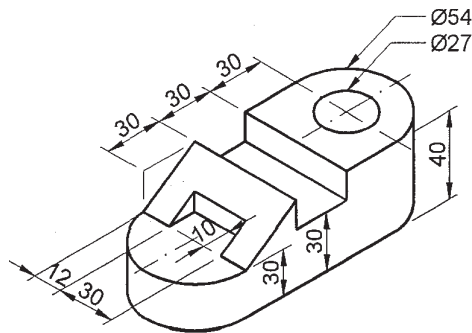
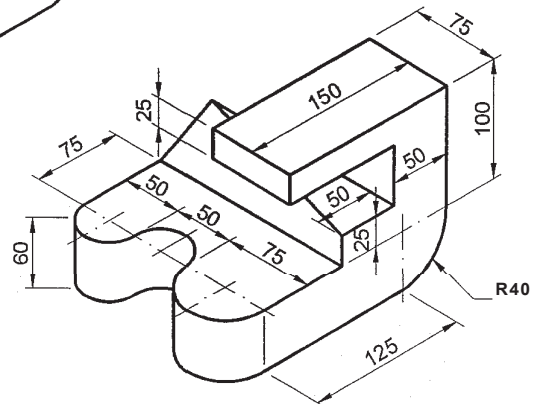
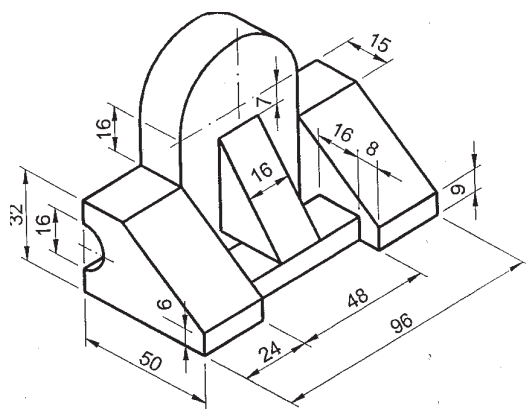
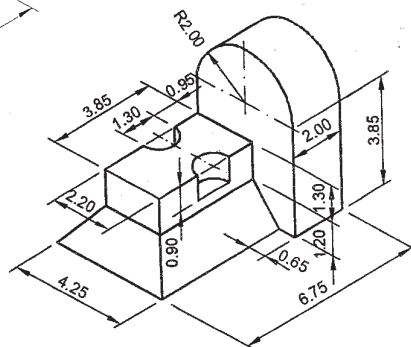
5

COTAS EM mm
ESCALA 1 / 5

6

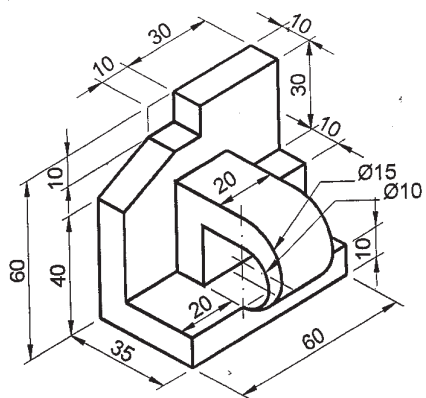
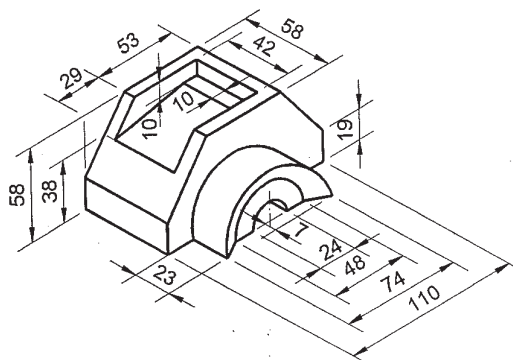
7

COTAS EM mm
ESCALA 1/2

COTAS EM mm
ESCALA 2 / 1

9

COTAS EM cm
ESCALA 1/20

10

COTAS EM mm
ESCALA 5 / 1

11

12

COTAS EM Cm
ESCALA 1 / 2 5

13

14

COTAS EM **m**
ESCALA **1/75**

15

16

COTAS EM mm
ESCALA 2 / 1

6) Analise as vistas ortográficas dadas e complete com as arestas e elementos que faltam.

1

2

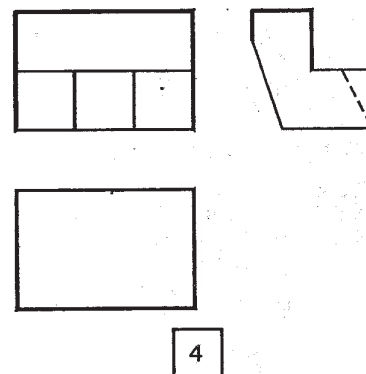
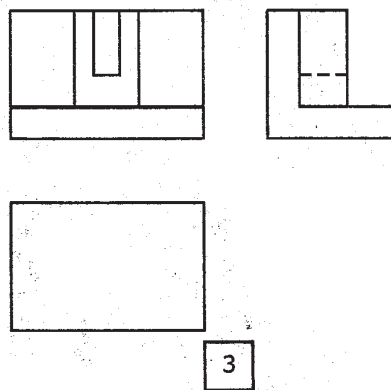
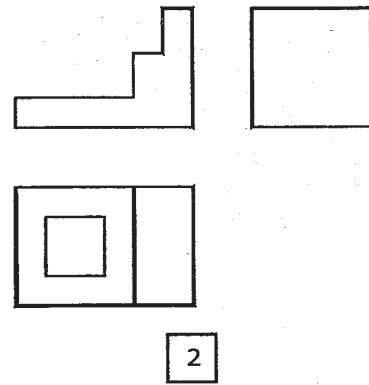
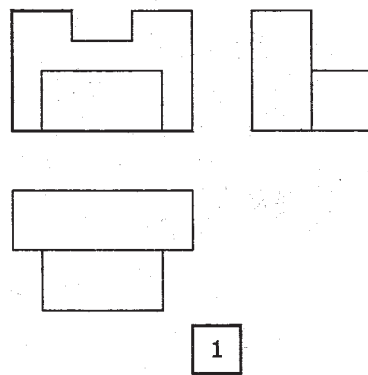
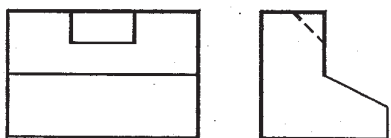
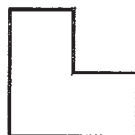
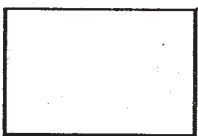
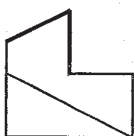
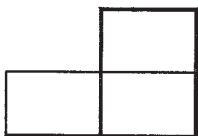
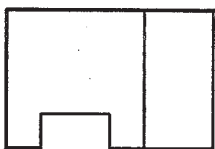
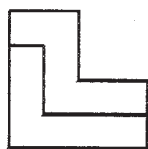
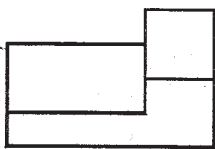
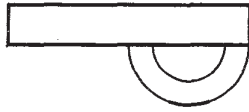
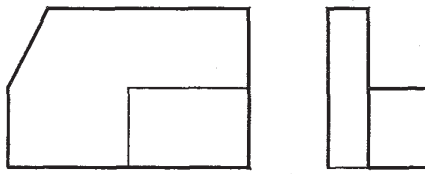
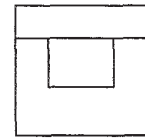
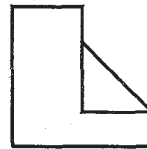
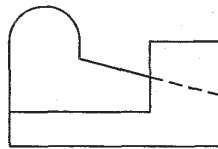
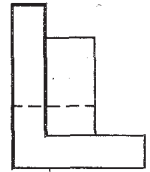
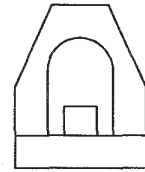
3

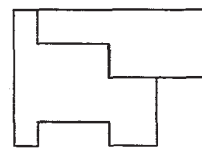
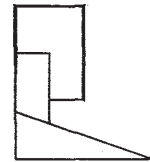
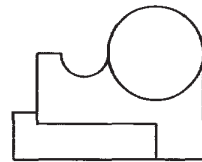
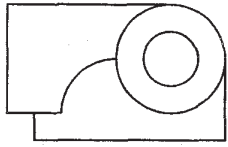
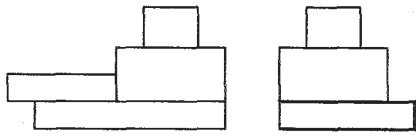
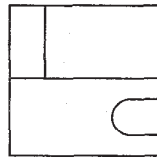
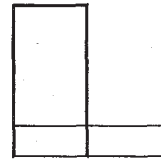
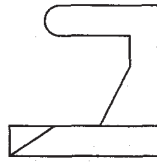
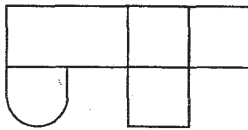
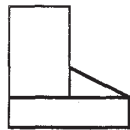
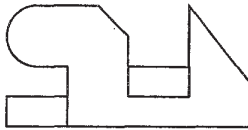
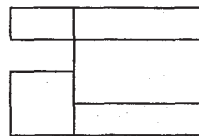
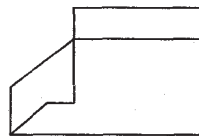
4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

7) Analise as vistas ortográficas dadas e desenhe em esboço as perspectivas isométricas correspondentes, respeitando as proporções.

1

2

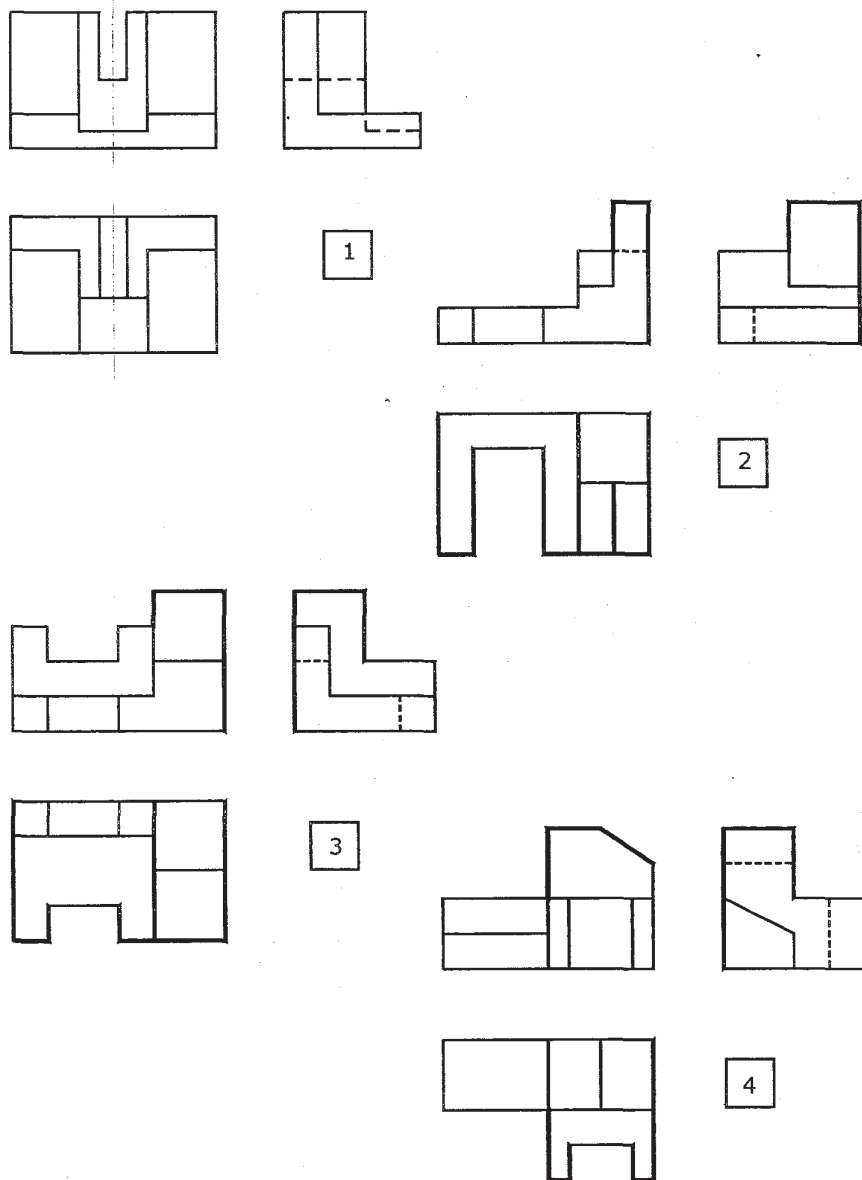
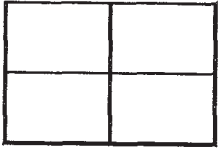
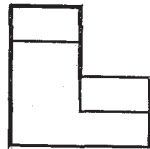
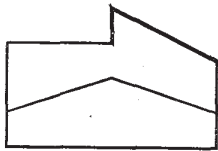
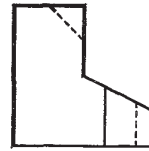
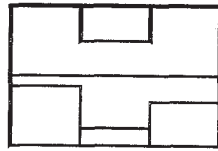
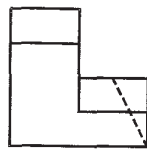
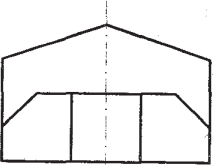
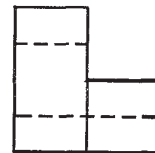
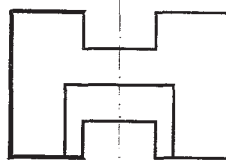
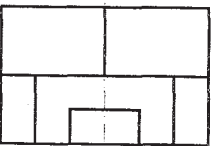
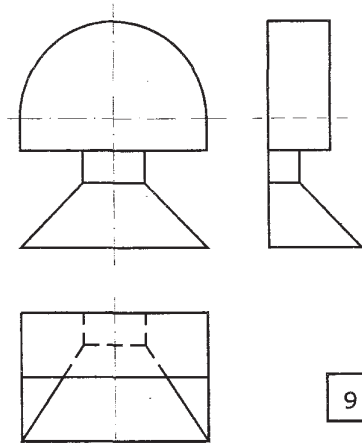
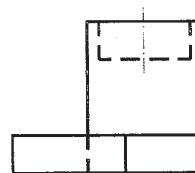
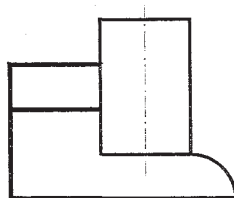
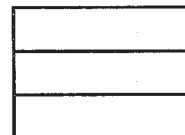
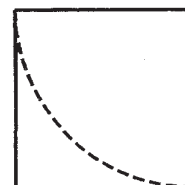
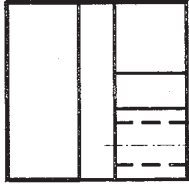
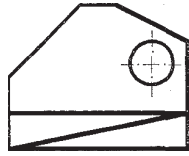
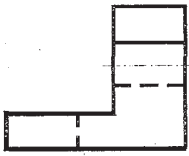
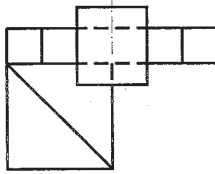
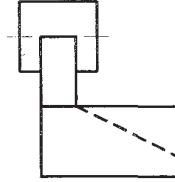
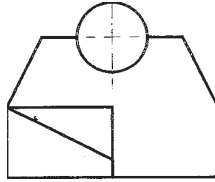
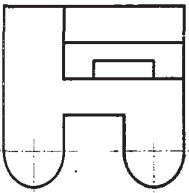
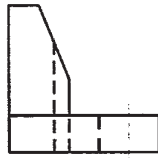
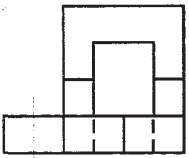
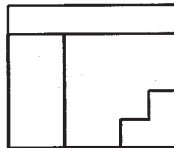
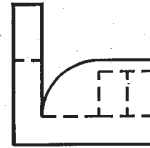
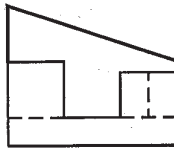
3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

8) Represente as peças ciadas com as vistas e cortes que julgar necessários.

4

prof. 10

Ø20

5

Ø maior 16
Ø menor 8
prof. 3

6

COTAS EM mm
ESCALA 2 / 1

7

COTAS EM mm
ESCALA 1 / 5

4 x Ø40
prof. 25

8

COTAS EM Cm
ESCALA 1 / 1 0

prof. 5

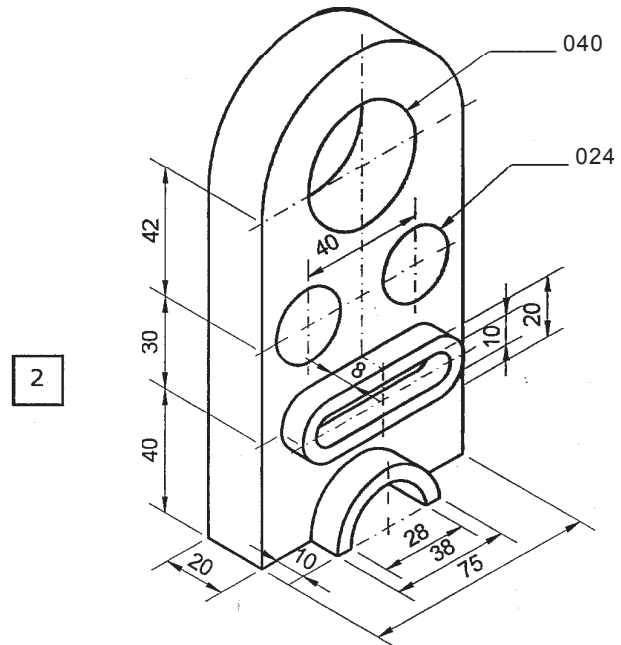
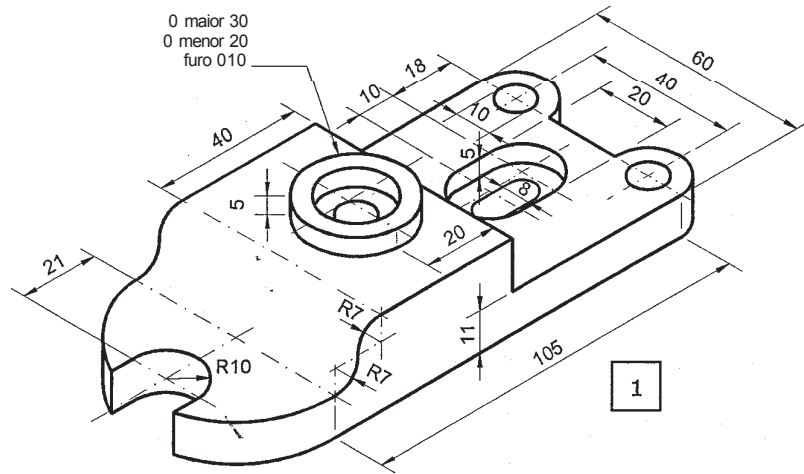
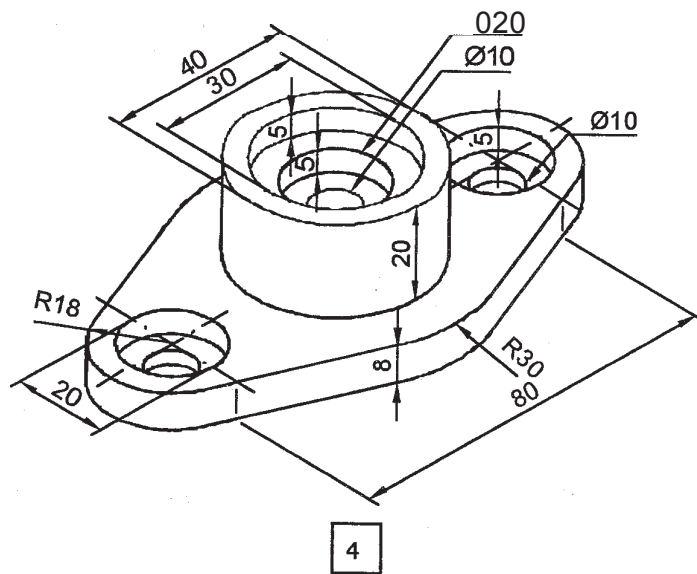
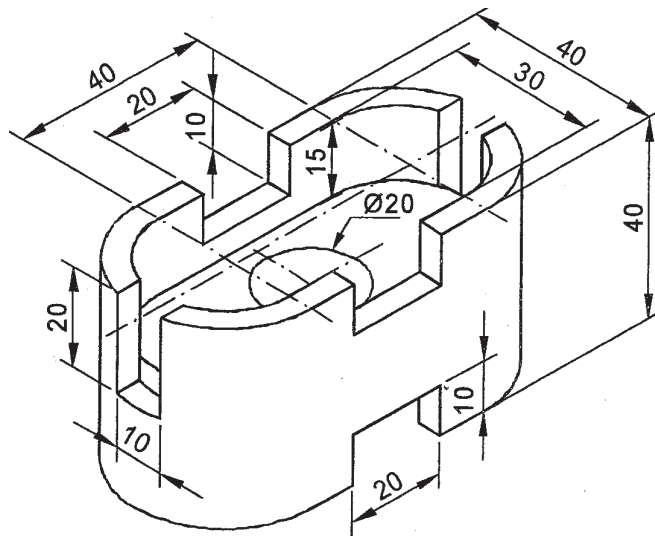
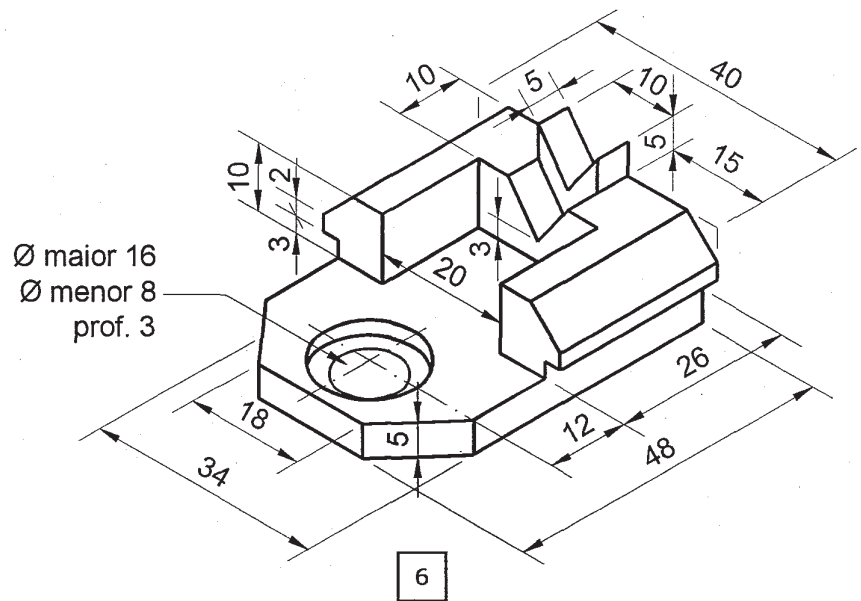
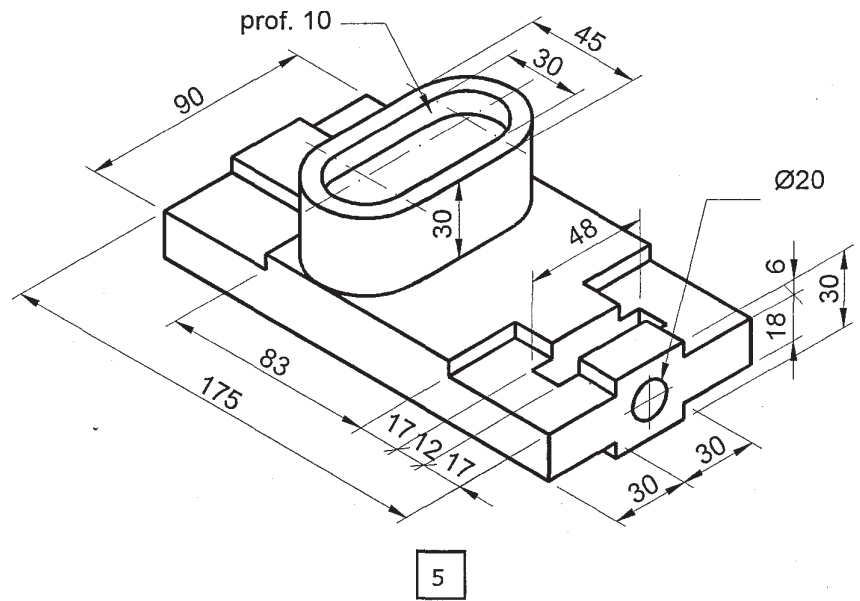
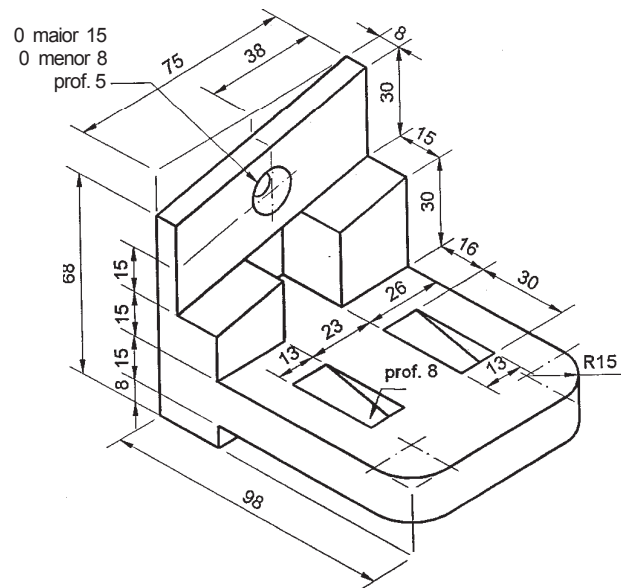
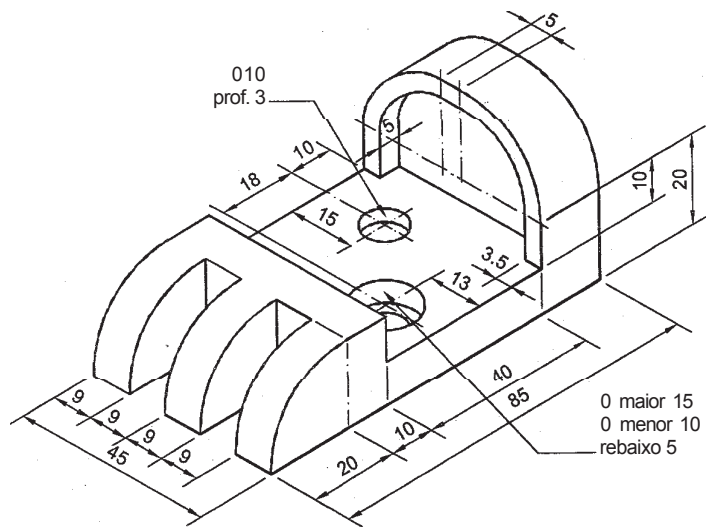
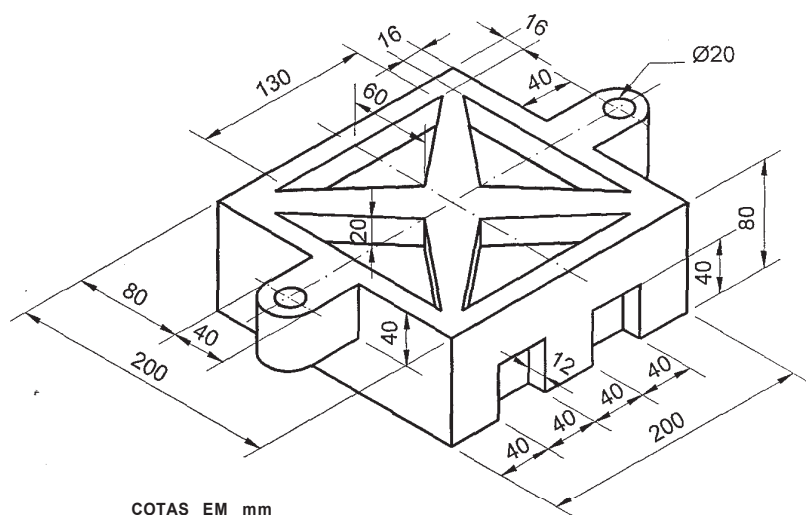
010
prof. 3

0 maior 15
0 menor 10
rebaixo 5

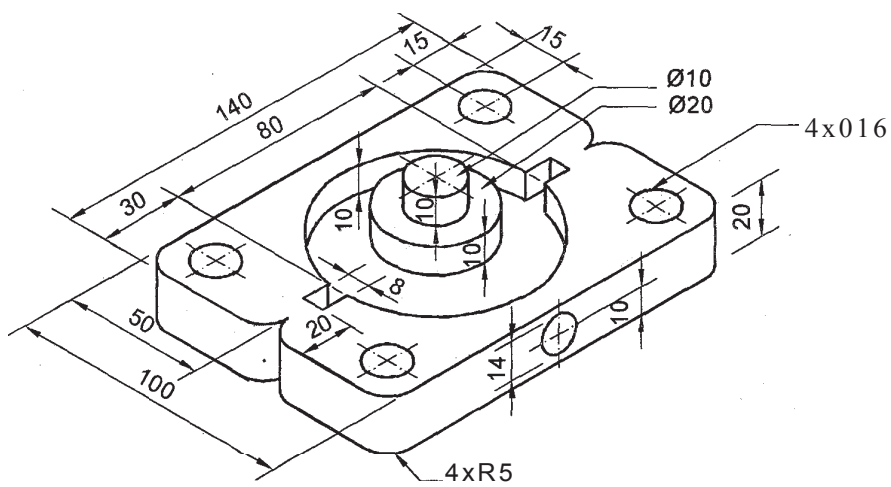
0 maior 15
0 menor 8
prof. 5

prof. 8

R15

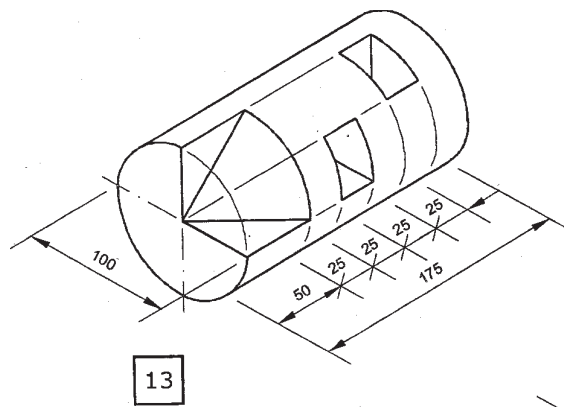
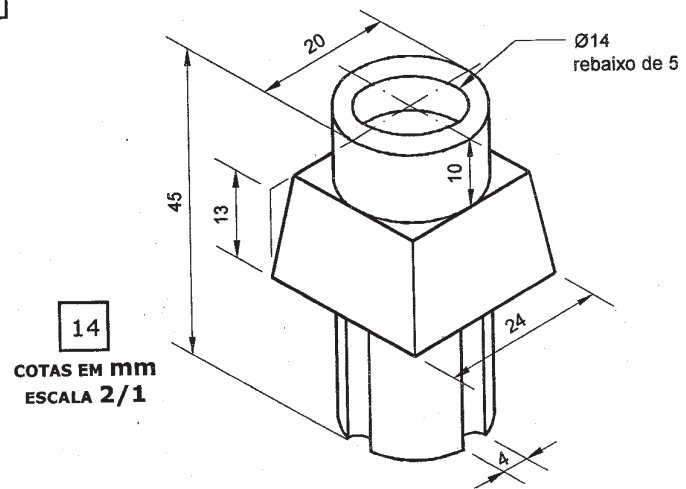
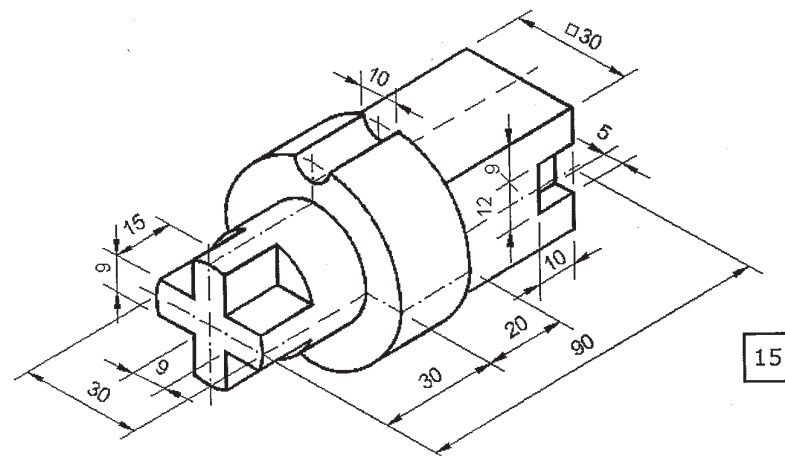
10

COTAS EM mm
ESCALA 1 / 2

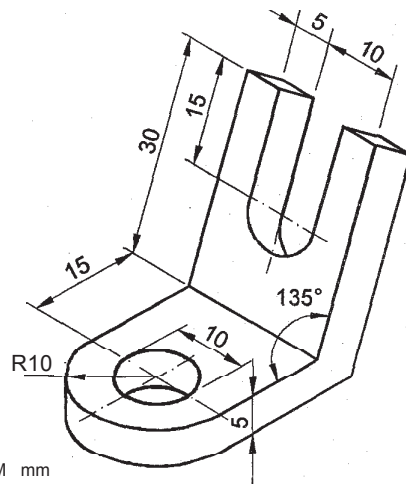
11

12

COTAS EM Cm
ESCALA 1 / 12,5

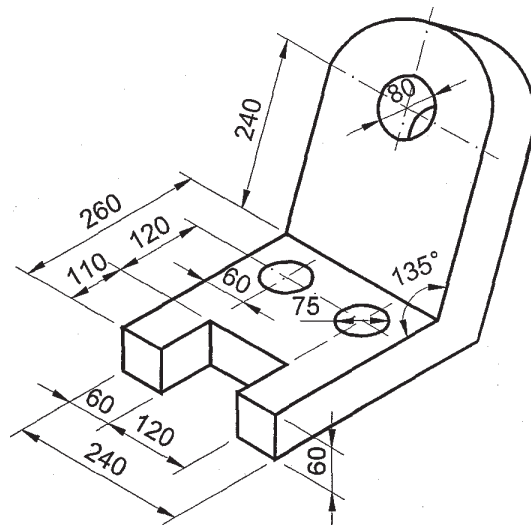
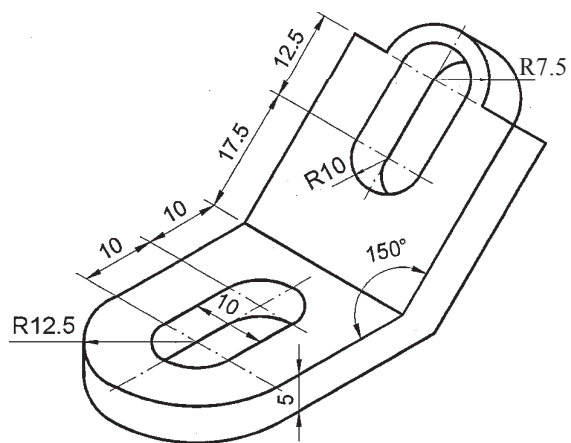
13

Ø14
rebaixo de 5

14

COTAS EM mm
ESCALA 2/1

15

9) Represente as peças dadas com as vistas que julgar necessárias.

COTAS EM mm
ESCALA 2 / 1

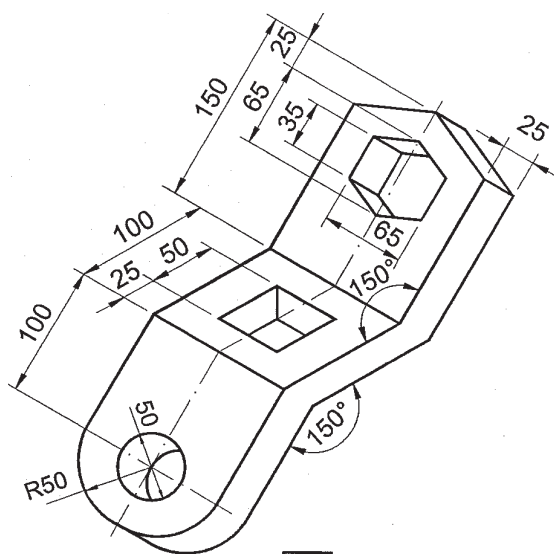
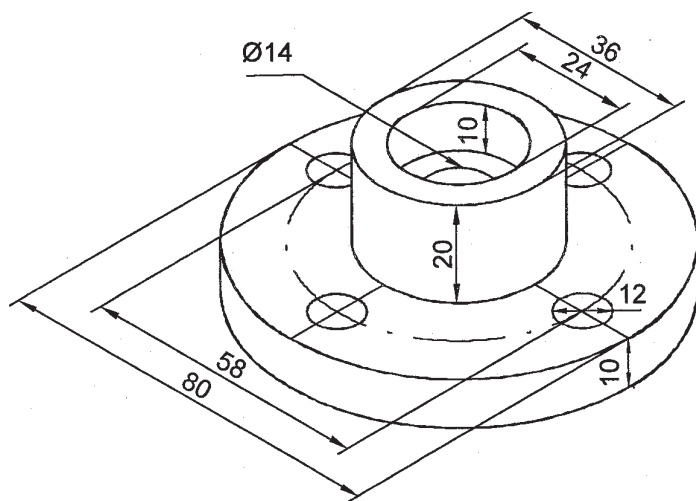
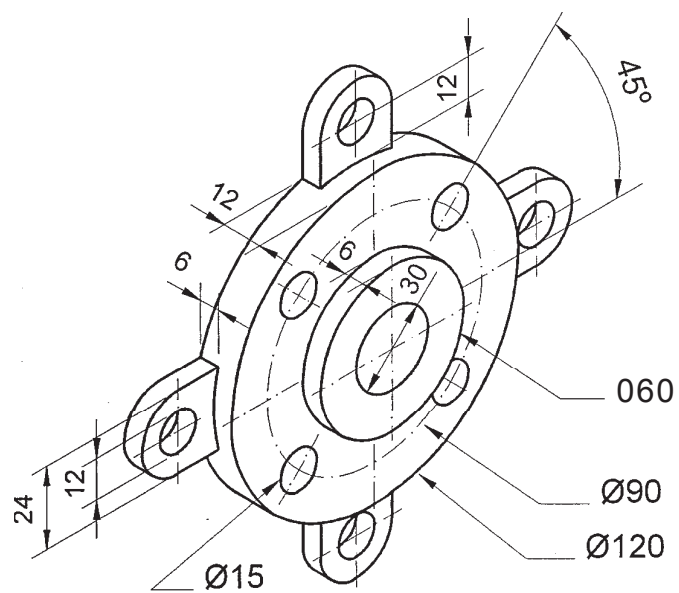
1

2

COTAS EM mm
ESCALA 1 / 5

COTAS EM mm
ESCALA 2/ 1

4

COTAS EM mm
ESCALA 1 / 2 . 5

45°
12
12
6
6
30
060
Ø90
Ø120
24
12
Ø15

Ø14
36
24
10
20
12
10
58
80

6

UNIDADE XII

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ***Normas técnicas***

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR-8196: Desenho técnico - Emprego de escalas.* Rio de Janeiro, 1999.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR-8402: Execução de caracter pra escrita em desenho técnico.* Rio de Janeiro, 1994.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR-8403: Aplicação de linhas em desenhos - Tipos de linhas - Larguras das linhas.* Rio de Janeiro, 1984.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR-10068: Folha de desenho - Leiaute e dimensões.* Rio de Janeiro, 1987.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR-10126: Cotagem em desenho técnico.* Rio de Janeiro, 1987.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR-10582: Apresentação da folha para desenho técnico.* Rio de Janeiro, 1988.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR-10647: Desenho Técnico.* Rio de Janeiro, 1989.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR-12298: Representação de área de corte por meio de hachuras em desenho técnico.* Rio de Janeiro, 1995.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR-13142: Desenho técnico - Dobramento de cópia.* Rio de Janeiro, 1999.

- *Links*
  - http://www.abnt.org.br - Associação Brasileira de Normas Técnicas

  - http://www.crearj.com.br - Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Estado do Rio de Janeiro

  - http://www.creasp.br - Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Estado de São Paulo

- ***Contato***

  - Maria Teresa Miceli - miceli@cefet-rj.br
  - Patrícia Ferreira Santos - patricia@cefet-rj.br

DESENHO TÉCNICO
BÁSICO

Maria Teresa Miceli
Patricia Ferreira

Este livro foi desenvolvido para atender às necessidades da prática do ensino de desenho nos cursos da educação profissional, do nível técnico aos cursos de nível superior. Nele são fornecidos conceitos sobre a representação gráfica, de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT, aplicáveis ao aprendizado e à prática do desenho.

A presença do desenho em nossas vidas vai além da representação artística ou estética. Ele está presente em aspectos tão arraigados do cotidiano, que às vezes nem o percebemos.

O desenho como linguagem é uma importante ferramenta na comunicação imediata e detalhada da informação. Nos mais diversos setores há exemplos de sua utilização, como as placas de sinalização, diagramas de funcionamento de eletrodomésticos ou *design* de móveis.

ISBN 85-215-0937-5
9 788521 509370

EDITORA
AO LIVRO TÉCNICO